Ministère de l'Education Nationale

UNIVERSITE MONTPELLIER II
- Faculté des Sciences -

Master Intégration de Compétences

RAPPORT DE STAGE

effectué au

Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc Roussillon

du 15 mars au 15 septembre 2010

par

CAUQUIL Delphine

Directeur du stage de l'entreprise :
Mathieu Bossaert, CEN L-R, Responsable du SI

Nathalie Barré, Tour du Valat, Chargée de communication et de l'administration des bases de données du Pôle relais lagunes méditerranéennes

Sonia Bertrand, CEN L-R, Coordinatrice LR du Pôle relais lagunes méditerranéennes

Directeur du stage de l'Université :Thérése Libourel, LIRMM

Structuration et valorisation
des données du suivi des paramètres physico-chimiques
des lagunes méditerranéennes











Remerciements

Je tiens d'abord à remercier Mathieu Bossaert, mon tuteur, pour ses conseils pertinents ainsi que Sonia Bertrand et Nathalie Barré, mes co-tutrices, pour leur encouragements et leur motivation dans ce projet. Je les remercie tous les trois pour leur aide et leur disponibilité.

Je remercie tous les gestionnaires de lagunes de LR et de PACA pour leur participation.

Je remercie également toute l'équipe du Pôle-relais lagunes et du CEN L-R pour leur accueil et leur bonne humeur et en particulier Mme Claudie Houssard, directrice du CEN L-R pour m'avoir acceptée comme stagiaire dans sa structure.

Glossaire et liste des acronymes

Agence de l'eau RMC : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse

CEN L-R : Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement (devenue DREAL)

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FILMED : Forum Inter-régional des Lagunes Méditerranéennes

FOGEM : Forum des Observateurs et Gestionnaires des Étangs Méditerranéens

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

Pôle lagunes : Pôle relais lagunes méditerranéennes

RIGL : Réseau Inter-régional des Gestionnaires de Lagunes

RSL : Réseau de Suivi des Lagunes

SI : Système d'Information

LIFE : L'Instrument Financier pour l'Environnement est un fonds de l'Union Européenne pour le financement de sa politique environnementale.

PNAZH : le Plan National d'Action pour les Zones Humides, adopté par le Conseil des Ministres, le 22 mars 1995, définit un certain nombre de mesures regroupées autour de 4 grands axes : inventorier les zones humides et renforcer les outils de suivi et d'évaluation, assurer la cohérence des politiques publiques, engager la reconquête des zones humides et lancer un programme d'information et de sensibilisation.

Un nouveau Plan d'action a été signé le 1er février 2010 résultant d'une année de travaux du groupe national pour les zones humides et de sous-groupes spécialisés constitués pour répondre à 6 grandes thématiques : l'agriculture durable, les zones humides en milieu urbanisé, les dispositifs publics, la gestion et la restauration de zones humides, la recherche et la connaissance, la formation et la sensibilisation.

Rapport

Index des illustrations



Figure1 : Fonctionnement d'une lagune.

1. INTRODUCTION

Les lagunes méditerranéennes sont des plans d'eau littoraux, séparés de la mer par un cordon littoral, appelé lido et alimentés en eau douce par les apports du bassin versant (voir Figure1). Localement, le mot «étang» se substitue à l'appellation «lagune».

Nées majoritairement de l'isolement d'une masse d'eau marine par accumulation de sable et de galets apportés par les fleuves et les rivières, il y a plus de 20 000 ans, les lagunes méditerranéennes sont plutôt de faible profondeur (de l'ordre du mètre). En dehors de ces lagunes sédimentaires, d'autres peuvent avoir une origine tectonique et sont caractérisées par de plus grandes profondeurs (4 à 6 m en moyenne).

Ces zones humides littorales sont réparties de manière hétérogène sur l'ensemble du littoral méditerranéen. On en dénombre une trentaine, ce qui représente une superficie de plus de 100 000 ha. Comprises entre terre et mer, les lagunes entretiennent tout naturellement des relations étroites avec la mer, leur bassin versant et les zones humides qui l'entourent (marais, sansouïres, etc.). On nomme « complexe lagunaire » l'ensemble regroupant la lagune et ses zones humides périphériques.

Réceptacle final des eaux douces du bassin versant, caractérisées par un faible renouvellement des eaux et soumises à de nombreuses pressions humaines, les lagunes sont des milieux riches en éléments nutritifs et donc à forte productivité. Cette caractéristique, propre aux lagunes méditerranéennes, peut rapidement devenir un point faible (eutrophisation). La communication de la lagune avec la mer, essentielle au bon fonctionnement du milieu, est réalisée par un ou plusieurs graux (ouvertures dans le lido). Le caractère temporaire ou permanent de ces échanges hydrauliques avec le milieu marin, influencés principalement par les vents, l'amplitude des marées étant très faible en Méditerranée, confère aux eaux lagunaires une salinité variable et un temps de renouvellement plus ou moins long.

1.1.Contexte du stage

a) Origine et objectifs du Pôle relais lagunes méditerranéennes

Depuis 2001, le Ministère de l'Écologie a confié à la Tour du Valat[1], dans le cadre du plan national d'action pour les zones humides (PNAZH), l'animation du **pôle-relais "lagunes méditerranéennes"**[2]. Cette initiative, principalement financée par l'ONEMA, l'Agence de l'Eau RMC et les DREAL vise à promouvoir une gestion durable des lagunes en créant une interface entre gestionnaires, scientifiques et décideurs.

1 http://www.tourduvalat.org
2 http://www.pole-lagunes.org

Les objectifs de ce pôle sont de :

- Recueillir et mettre à disposition les connaissances sur les divers aspects de la gestion des lagunes en établissant un annuaire des compétences et une base de données bibliographiques.
- Promouvoir une gestion durable en suscitant et appuyant les politiques locales favorables, en encourageant l'émergence de gestionnaires potentiels et en apportant conseils et assistance aux gestionnaires de sites.
- Participer aux mesures prises au niveau national, en évaluant régulièrement les actions engagées, en informant des problèmes rencontrés et en proposant des solutions.

Afin d'être au plus près du terrain et des préoccupations des acteurs des lagunes, la Tour du Valat anime le Pôle lagunes en partenariat étroit avec le Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon[3] (CEN L-R) et avec l'Office de l'Environnement de la Corse[4] (OEC).

La **Tour du Valat**, responsable de l'animation de ce pôle relais avec la DREAL PACA, est un organisme privé de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes. Située au cœur de la Camargue, la Tour du Valat développe depuis de nombreuses années des programmes de recherche et de gestion intégrée qui favorisent les échanges entre usagers des zones humides et scientifiques. Nathalie Barré, ma tutrice de stage, y travaille en tant que chargée de communication et de l'administration des bases de données du Pôle relais lagunes méditerranéennes.

Le **CEN L-R**, Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, est une association sans but lucratif régie par la loi 1901 qui a pour objectifs statutaires "la conservation et la mise en valeur du patrimoine naturel du Languedoc-Roussillon". Il s'emploie à développer la concertation entre tous les partenaires pour assurer la préservation, la connaissance, la gestion et éventuellement la réhabilitation des espaces et ressources naturels et la promotion de leurs valeurs culturelles et économiques.

Le Conservatoire emploie 21 salariés aux compétences et formations complémentaires telles que : Phytosociologie, Phytoécologie, Biologie, Écologie générale, Agronomie, Gestion de systèmes d'information – SIG et Administration des entreprises.

3 http://www.cenlr.org/
4 http://www.oec.fr/

Le Conservatoire est membre d'Espaces Naturels de France, la Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, et s'intègre ainsi dans une dynamique nationale. C'est dans cette structure que j'ai réalisé mon stage, et où travaillent mes tuteurs de stage Sonia Bertrand en tant que chargée de mission « animation du pôle-relais lagunes » en Languedoc-Roussillon et Mathieu Bossaert en tant que responsable du Système d'Information (SI).

Le pôle-relais "lagunes méditerranéennes" anime et coordonne le Forum Inter-régional des Lagunes Méditerranéennes (FILMED), réseau de suivi des paramètres physico-chimiques des lagunes. Une partie des données récoltées par ce réseau est transmise au Réseau de Suivi Lagunaire (RSL), animé par l'IFREMER.

b) Les gestionnaires des lagunes et le FILMED

Initié en 1997 dans le cadre du programme européen LIFE « Sauvegarde des étangs littoraux », le premier réseau de gestionnaires des étangs littoraux voit le jour en Languedoc-Roussillon sous le nom de **Forum des Observateurs et Gestionnaires des Étangs Méditerranéens (FOGEM-LR)**. L'objectif premier était de mettre en place ou de conforter sur chaque grande unité lagunaire une structure et un plan de gestion pouvant s'appuyer sur un personnel compétent et permanent assurant la restauration, la protection et la mise en valeur de ces milieux naturels.

Une première rencontre des gestionnaires des milieux lagunaires en avril 1997 à Bages (Aude) a fait apparaître le besoin de mieux connaître et comprendre les caractéristiques des milieux, de détecter leurs changements et les causes pour adapter les mesures de gestion à chacun des sites. Les points de mesure sur les lagunes étaient alors peu nombreux, incomplets et le suivi des paramètres physico-chimiques et hydrologiques souvent aléatoire avec un matériel peu fiable. Une unicité de méthode et de matériel était donc nécessaire pour effectuer ces suivis en lagunes et pour comparer les mesures et les résultats entre sites lagunaires.

Créé et animé par la DIREN du Languedoc-Roussillon avec le concours technique et scientifique du Centre d'Études Hydrobiologiques, le réseau permettait aux gestionnaires des lagunes d'être accompagnés et conseillés dans leurs suivis. Dans un cadre ouvert où chaque équipe conserve son autonomie, s'est ainsi instaurée une dynamique d'observation, de prise de mesures, d'échanges de résultats et de mise en commun périodique des problèmes rencontrés. Cette démarche concernait plus de 125 points d'échantillonnage répartis sur 51 sites de lagunes, marais, salins, canaux et rivières où opéraient les équipes de 16 organismes différents.

En 2005, le Pôle relais lagunes méditerranéennes, déjà actif comme appui du FOGEM LR depuis 2001, se positionne pour répondre à la demande croissante de certains gestionnaires de Languedoc-Roussillon et de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) de voir émerger un réseau de gestionnaires à l'échelle de la façade méditerranéenne. Ainsi, le Pôle lagunes s'implique sur la structuration, l'animation et la coordination du réseau. l'élargissant à la région PACA, s'appuyant sur les réseaux régionaux existants et leurs structures porteuses.

Le FOGEM devient alors le **Réseau Inter-régional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL)** pour les trois régions de LR, PACA et Corse. Le réseau s'étant agrandi depuis 2006, il a été renommé et aujourd'hui est devenu le **Forum Inter-régional des Lagunes Méditerranéennes (FIL MED)**.

Le FIL MED a pour vocation de permettre aux structures gestionnaires qui le souhaitent, de poursuivre ou de mettre en place un suivi physico-chimique, répondant à leurs besoins propres de suivi, de connaissance et de gestion du site lagunaire, dont elles ont la responsabilité. Ce réseau rassemble l'ensemble des structures (associations, collectivités territoriales, établissements publics) engagées dans une politique active de gestion, de valorisation et de restauration des milieux lagunaires et de leurs zones humides périphériques.

Le suivi réalisé au sein du FIL MED a ainsi pour objectif général d'appuyer les gestionnaires dans la définition des mesures de gestion nécessaires à l'amélioration ou à la préservation de la qualité des lagunes.

L'animation du Forum Inter-régional des Lagunes Méditerranéennes est assurée par le Pôle lagunes, qui recense les besoins, met en place le programme d'actions et recherche les moyens nécessaires à sa mise en œuvre. Cette mise en réseau orchestrée par le Pôle lagunes a plus particulièrement pour objectif :

- Améliorer la formation des techniciens du réseau réalisant des suivis physico-chimiques sur les milieux lagunaires et leurs marges humides, relative à :
    - La Collecte des données (méthodologie, entretien du matériel)
    - Au Traitement des données (saisie standardisée, analyse)
    - La Valorisation des données (présentation graphique)
- Mettre en commun les résultats des suivis, les compétences et les savoirs faire afin d'obtenir un réseau de suivi des lagunes homogène sur les deux régions LR et PACA.

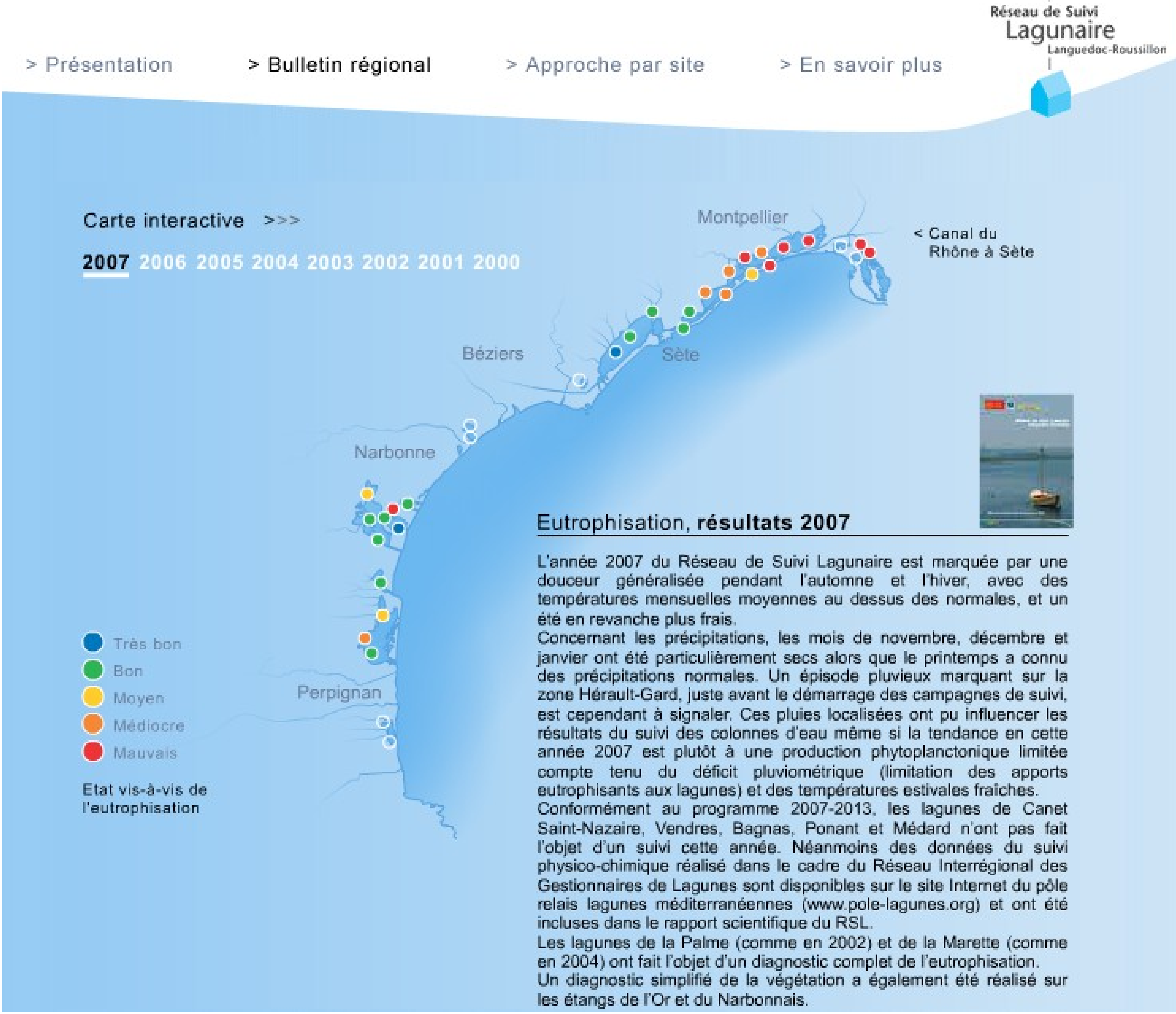


Figure 2 : Bulletin régional 2007 du RSL.

- Informer le grand public et les élus des résultats collectés par les gestionnaires. Aujourd'hui seuls certains gestionnaires valorisent leur travail de cette manière. Le Pôle lagunes prévoit de valoriser l'interprétation annuelle et inter-annuelle des données sur le site internet du Pôle lagunes.

Au-delà des aspects « suivi de la qualité de l'eau » et « récolte de données sur le terrain », ce réseau est un lieu d'information sur l'actualité des lagunes, de conseils et d'échanges d'expériences en matière de gestion des milieux lagunaires et de leurs zones humides périphériques. C'est dans cet esprit d'échange de données et de compétences que s'inscrit mon stage.

c) Lien avec le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL)

Mis en place par la région LR, en association avec l'Agence de l'Eau (partenaire technique et financier), l'IFREMER (appui scientifique) et le Cepralmar (appui technique), le **Réseau de Suivi Lagunaire**[5] assure le suivi opérationnel de la qualité des eaux des étangs littoraux en région Languedoc Roussillon et de leur eutrophisation durant la période estivale. De nombreux paramètres sont suivis à cet effet, tels que les nitrates, le phosphore, etc.

Le RSL apporte un appui scientifique et technique aux collectivités pour définir les mesures de gestion nécessaires à l'amélioration ou à la préservation de la qualité des lagunes du LR. Ce réseau bénéficie de moyens techniques et financiers très largement supérieurs à ceux du FIL MED, ainsi que de moyens importants de diffusion des résultats par le biais de rapports annuels détaillés, mis en ligne sur leur site Internet et diffusés très largement (voir Figure2).

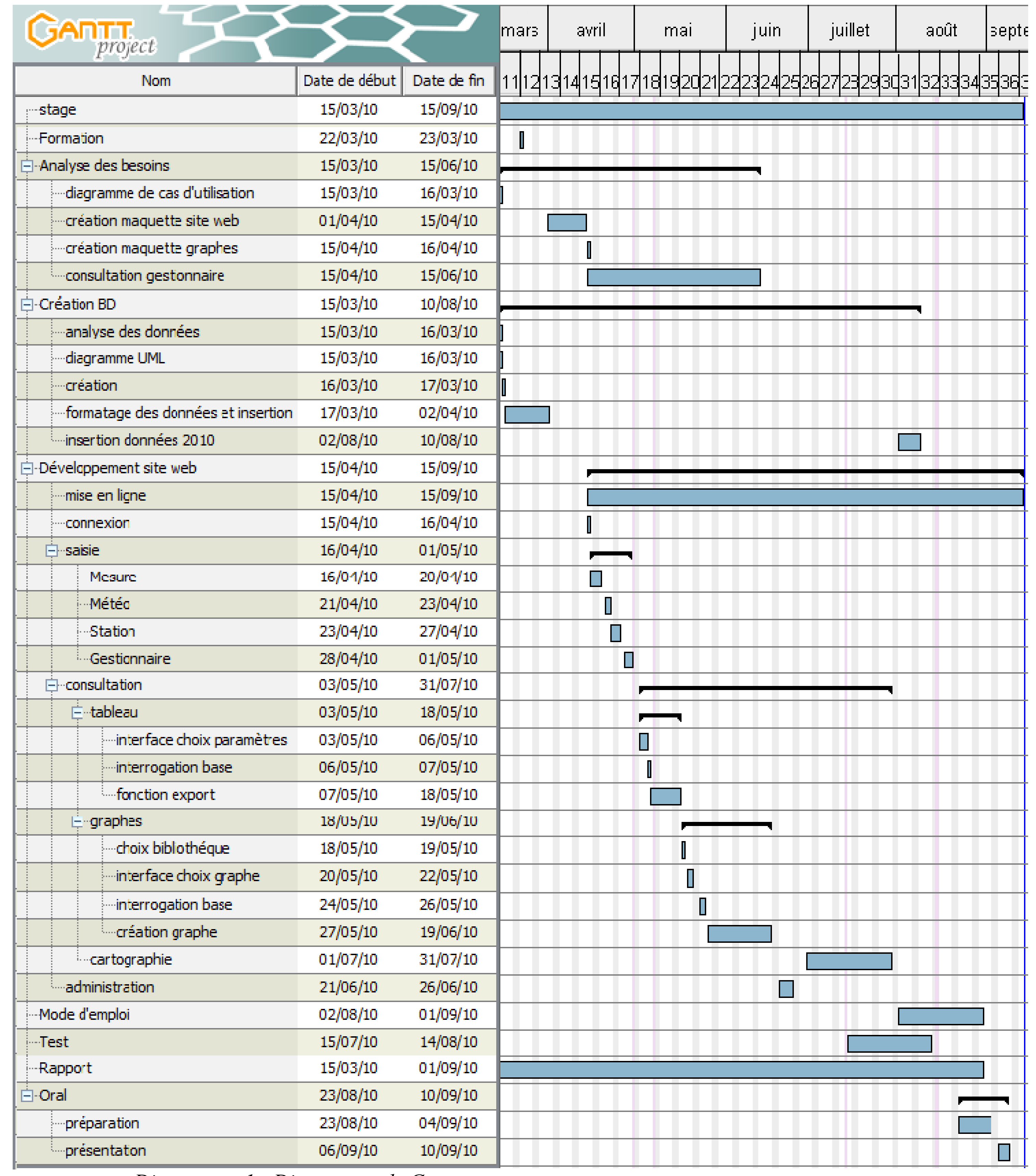
Depuis 2007, certaines données (salinité, température, saturation en oxygène) des gestionnaires de LR issues du FIL MED sont intégrées au bilan du suivi du RSL, selon un format particulier. C'est une reconnaissance pour le FIL MED.

1.2. Objectifs détaillés du stage

La lettre de mission initiale (voir Annexe2) donnait les objectifs suivants :

- Faciliter l'informatisation des données collectées par les gestionnaires
- Faciliter leur consolidation à l'échelle régionale
- Faciliter leur exploitation
- Favoriser leur diffusion (notamment vers l'IFREMER dans la cadre du RSL)

5 http://rsl.cepralmar.com/



Nom	Date de début	Date de fin
stage	15/03/10	15/09/10
Formation	22/03/10	23/03/10
Analyse des besoins	15/03/10	15/06/10
diagramme de cas d'utilisation	15/03/10	16/03/10
création maquette site web	01/04/10	15/04/10
création maquette graphes	15/04/10	16/04/10
consultation gestonnaire	15/04/10	15/06/10
Création BD	15/03/10	10/08/10
analyse des données	15/03/10	16/03/10
diagramme UML	15/03/10	16/03/10
création	16/03/10	17/03/10
formatage des données et insertion	17/03/10	02/04/10
insertion données 2010	02/08/10	10/08/10
Développement site web	15/04/10	15/09/10
mise en ligne	15/04/10	15/09/10
connexion	15/04/10	16/04/10
saisie	16/04/10	01/05/10
Mesure	16/04/10	20/04/10
Météo	21/04/10	23/04/10
Station	23/04/10	27/04/10
Gestionnaire	28/04/10	01/05/10
consultation	03/05/10	31/07/10
tableau	03/05/10	18/05/10
interface choix paramètres	03/05/10	06/05/10
interrogation base	06/05/10	07/05/10
fonction export	07/05/10	18/05/10
graphes	18/05/10	19/06/10
choix bibliothéque	18/05/10	19/05/10
interface choix graphe	20/05/10	22/05/10
interrogation base	24/05/10	26/05/10
création graphe	27/05/10	19/06/10
cartographie	01/07/10	31/07/10
administration	21/06/10	26/06/10
Mode d'emploi	02/08/10	01/09/10
Test	15/07/10	14/08/10
Rapport	15/03/10	01/09/10
Oral	23/08/10	10/09/10
préparation	23/08/10	04/09/10
présentaton	06/09/10	10/09/10

Diagramme 1 : Diagramme de Gantt

La lettre précisait que le déroulement aurait lieu sous la responsabilité du coordinateur du pôle-relais lagunes et du responsable du SI du CEN L-R et le stagiaire aurait en charge l'ensemble du projet :

- Analyse des besoins du pôle et des membres du réseau
- Modélisation de la base de données (UML / Merise)
- Proposition technique
- Développement des interfaces de collecte et de restitution des données
- Développement des fonctions d'import/export de tableurs
- Restitution graphiques et cartographiques des paramètres mesurés et de leur évolution
- Export d'indicateurs synthétiques

En concertation avec les coordinateurs du pôle relais lagune méditerranéennes et des gestionnaires de lagunes, ma mission a consisté, à partir de données au format Excel, à définir les cas d'utilisation du système d'information à mettre en place, à le modéliser et structurer, à y intégrer les données existantes ainsi qu'à créer des interfaces de saisie et de consultation de données. Cette consultation doit se faire sous forme de tableau et de graphiques.

1.3. Planning prévisionnel

De ces objectifs sont ressorties quatre grandes étapes, analyse des besoins, création de la base de données, création du site web et rédaction de modes d'emploi à destination des administrateurs et utilisateurs, qui m'ont servi de base pour planifier mon stage (voir Diagramme1). Ce planning a été assez bien respecté mais quelques étapes étaient absentes (interfaces de saisie de lagune, de référent de suivi, d'actualités et de boîtes à outils), et la cartographie n'est pas encore réalisée.

Il y a eu quelques dates importantes durant mon stage :

- Le 02 mars avait lieu la réunion annuelle des gestionnaires dont un des thèmes était « Conclusion sur le suivi 2009 et l'utilisation des tableaux croisés dynamiques » (voir compte-rendu en Annexe3).
- Les 24 mars et 26 mai ont servi à valider respectivement les diagrammes de classes pour la structuration de la base de données et d'utilisation pour les fonctionnalités du site et l'avancement des fonctionnalités du site par mes tuteurs d'entreprise.
- Le 18 juin a eu lieu la visite de Mme Libourel pour observer le déroulement du stage.
- Le 26 juillet, je présentais le site aux gestionnaires pour leur expliquer son utilisation et décider si d'autres fonctions étaient à ajouter.

Nom de la lagune - Données relevées par nom de la structure gestionnaire					
Contact:	Nom du référent de suivi	Numéro de téléphone			
Caractéristique de l'étangs					
Communications avec la mer					
Autres					

Figure 3 : Fichier Excel d'information sur la structure de gestion, le(s) référent(s) de suivi et la lagune.

Coordonnées GPS					
lieu	N° de station	Nom de la station	Longitude	Latitude	syst_coord

Figure 4 : Fichier Excel d'information sur les stations.

Lieu	Libellé station	N° Station	Année	Mois	Date	N° du relevé par mois	Conductivité mS	Salinité g/l	Temp °c	Redox mV	PH	Oxygène mg/l	Saturation %	Niveau m NGF	Niveau m (non NGF)

Figure 5 : Fichier Excel contenant les relevés physico-chimiques.

2.1. Quel problème

a) Historique

L'année dernière, Agnès BLANC a réalisé, dans le cadre de son stage au Pôle lagunes, une banque de données de fichiers Excel, un fichier pour chaque gestionnaire. Ces fichiers contiennent des tableaux croisés permettant la mise à jour directe de graphes ainsi que des informations sur les lagunes et les stations aidant à l'interprétation des variations des paramètres. Elle a récupéré les données suivantes :

• le nom, les caractéristiques et la présence d'une communication avec la mer des lagunes ainsi que la proximité de station(s) d'épuration (voir Figure3);

• le nom, le numéro et les coordonnées GPS des stations de mesures de ces lagunes (voir Figure4);

• les valeurs des paramètres physico-chimiques suivants (voir Figure5):

- la **conductivité** et la **salinité** : la salinité peut devenir un facteur limitant pour la faune et la flore, dans les eaux à salinités variables. Les changements de salinité sont souvent des signaux qui déclenchent des migrations des espèces vers l'intérieur ou l'extérieur de la lagune. En milieu lagunaire méditerranéen on peut observer des salinités variant entre 0 et 100 USI (= ‰ ou g/l) au cours de l'année. La salinité des eaux saumâtres est en général inférieure à 35 puisqu'il s'agit d'un mélange d'eau de mer et d'eau douce mais il existe des pôles de sursalure dans les secteurs confinés. La conductivité est une fonction affine à la salinité.
- la **température de l'eau** : est déterminante pour un grand nombre de processus biologiques et chimiques qui se déroulent dans l'eau. Une température élevée de l'eau augmente la production primaire et augmente ainsi le risque d'apparition des crises dystrophiques (malaïgue). Un certain nombre d'espèces aquatiques, notamment les poissons, ne supportent pas les extrêmes et ont tendance à quitter le milieu quand les températures s'approchent des limites. La température influence également plusieurs autres paramètres comme la quantité d'oxygène dissous : lorsqu'elle augmente, la quantité d'oxygène diminue et la respiration des animaux devient plus difficile. Il semble que la température qui permette le développement d'une vie équilibrée dans les lagunes se situe entre 10 et 20°C . Les conditions pour la flore et la faune des étangs littoraux deviennent difficiles (sans être forcément mortelles) si l'on atteint une température <5°C ou >23°C. Les variations au cours d'une journée peuvent être relativement importantes notamment dans des milieux à faible profondeur.

- le **pH** : se situe généralement autour de 8,2 en milieu saumâtre et en mer. Le pH est fortement influencé par la photosynthèse, et influence lui-même un grand nombre de processus biologiques et chimiques comme la forme de certains composés chimiques (gaz carbonique, acide sulfurique, ammonium/ammoniaque etc.). Une partie de ces formes chimiques peut devenir toxique quand le pH dépasse certaines limites. Outre cette toxicité indirecte, le pH peut avoir des effets néfastes directs pour les poissons et d'autres espèces de la faune et de la flore. Les conditions deviennent difficiles pour la vie aquatique pour un pH <7,5 ou >9.

- le **potentiel d'oxydoréduction (redox)** : est fonction de l'équilibre entre les formes réduites et les formes oxydées des composés chimiques présents. La mesure du potentiel redox permet de caractériser le milieu et de suivre son évolution, en particulier pendant les périodes de faible oxygénation. Les résultats sont donnés en millivolt (mV), un potentiel négatif signifie que la solution est réductrice, un potentiel positif que la solution agit comme un oxydant. Des valeurs négatives du potentiel d'oxydoréduction peuvent avoir plusieurs conséquences sur le milieu : outre la création de substances toxiques, le dégagement de mauvaises odeurs (hydrogène sulfuré) peut être observé. Des potentiels redox négatifs accompagnés de valeurs d'oxygène basses (<10% saturation) peuvent causer une libération importante de phosphates piégés dans le sédiment, aggravant ainsi les problèmes d'eutrophisation. Les conditions deviennent difficiles pour la vie aquatique pour un potentiel redox <75 mV.

- l'**oxygène dissous.** Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau sont très importantes pour la vie dans le milieu aquatique. Il existe un grand nombre de processus biologiques, chimiques et mécaniques qui influencent ou qui sont influencés par les teneurs en oxygène dans l'eau. Deux processus peuvent être distingués qui contribuent à augmenter les teneurs en oxygène dans l'eau : les processus mécaniques (vent, brassage etc.) qui n'ont généralement pas d'effet à long terme et les processus biologiques à travers les végétaux qui produisent de l'oxygène pendant la journée (photosynthèse) et en consomment pendant la nuit (respiration). La présence de blooms d'algues unicellulaires peut ainsi contribuer à une bonne oxygénation du milieu pendant la journée, mais provoquer des baisses importantes pendant la nuit. La concentration en oxygène dissous est vitale pour la faune présente dans les eaux lagunaires et des baisses d'oxygène importantes peuvent provoquer des mouvements de fuite (lorsque c'est possible) ou la mort. Les conditions deviennent difficiles pour la vie aquatique pour un oxygène dissous <3,5 mg/l.

- la **saturation en oxygène** : prend en considération les fluctuations de température et de salinité qui provoquent des variations dans la capacité de l'eau de capter l'oxygène, ce qui permet de mieux connaître l'évolution de l'oxygénation de l'eau. Certains processus biologiques, chimiques ou mécaniques peuvent augmenter les teneurs d'oxygène. Ainsi on peut trouver, par moments de forte productivité phytoplanctonique, des sursaturations à plus de 300%. Dès que les conditions redeviennent « normales » les valeurs descendent à 100%, ou plus bas, en présence de matière organique réduite. Les conditions deviennent difficiles pour la vie aquatique pour une saturation en oxygène <40%.
- la **turbidité.** Pendant une période de forte activité phytoplanctonique, l'eau devient trouble et change souvent de couleur vers des colorations rougeâtres, verdâtres, marron etc. La turbidité se mesure à l'aide d'un turbidimètre pour avoir des données précises (unités de turbidité: FTU, Formazine Néphélométric Unit*,* ou NTU, Nephelometric Turbidity Unit). Pour éviter de gros investissements, on peut utiliser le disque de Secchi qui donne immédiatement des résultats, mais dont l'exactitude n'est pas assurée et l'utilisation limitée par la profondeur de la lagune. Par ailleurs la mesure de turbidité biologique peut être faussée par une turbidité mécanique liée à la mise en suspension des sédiments lors des forts coups de vent ou en période de crue.
- le **niveau de l'eau** est mesuré à l'aide d'échelles limnimétriques posées à des endroits "stratégiques" pour permettre d'évaluer les variations au cours de l'année. Ce paramètre conditionne l'existence d'un certain nombre d'activités humaines et biologiques à l'intérieur du milieu aquatique. Sa gestion se fait le plus souvent par des ouvertures/fermetures d'ouvrages hydrauliques comme des vannes (martelières) ayant pour objectif de concilier les besoins en salinité de la faune et de la flore avec les activités humaines (pêche, chasse,…). Les comparaisons entre stations ne sont possibles que si les échelles limnimétriques ont été raccordées au NGF.

b) Problématique

Si ces tableaux permettent d'avoir un format commun de données, ils ont induit quelques difficultés d'utilisation : introduction de nouvelles lignes de données pas toujours prises en compte dans les graphiques, visualisation des graphiques pas toujours homogènes suivant la version d'Excel utilisée et deux problèmes ont été évoqués : les graphiques proposés ne correspondent pas à leurs attentes (pas de choix de dates ni de paramètre affiché) et la mise en commun des données est difficile. En effet, les coordinateurs du Pôle lagunes rassemblent tous les fichiers Excel et les reformatent pour créer une comparaison inter-lagune et envoyer les données au RSL.

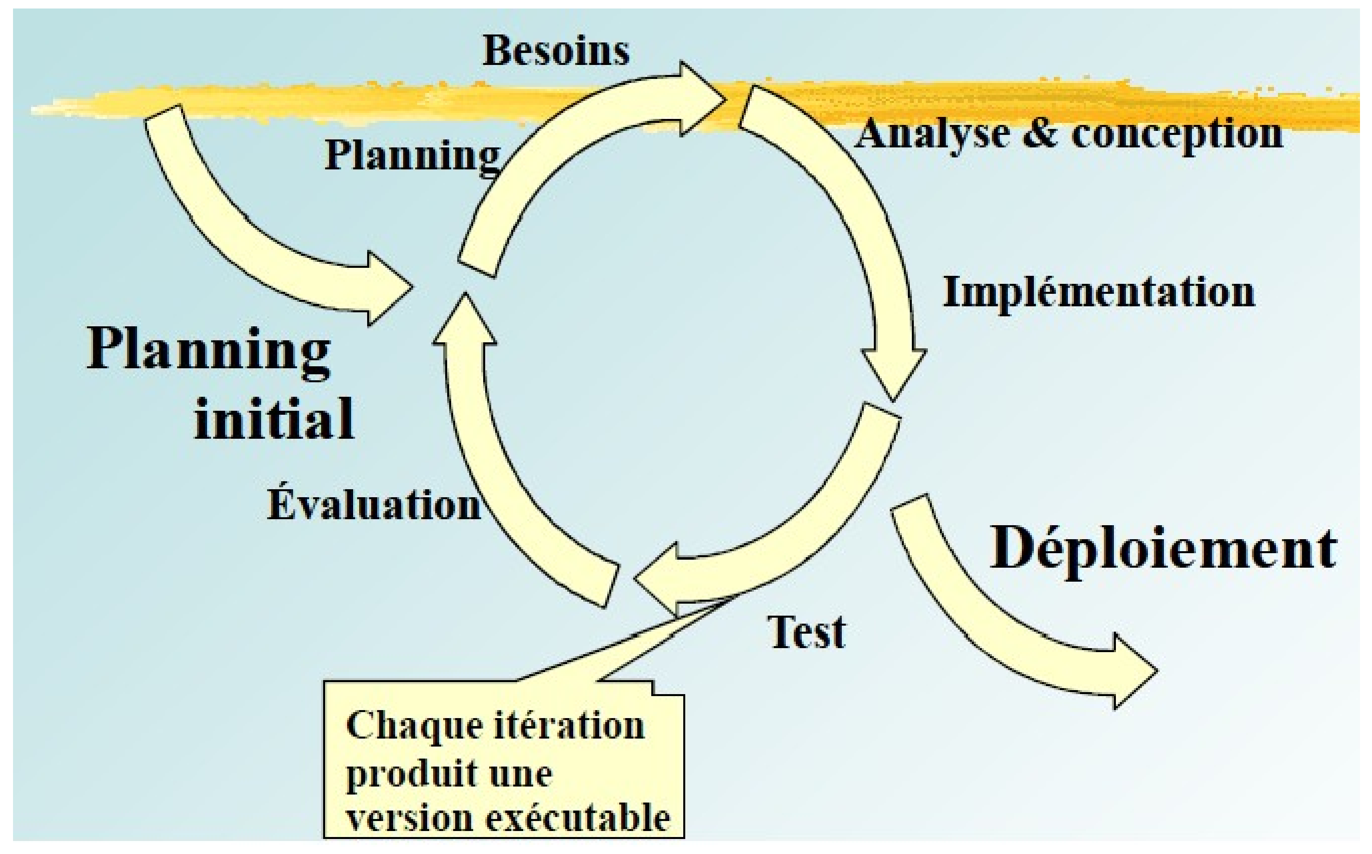


Figure6 : Modèle de développement itératif

Problématique : Comment structurer une base de données et créer des interfaces de saisie et de consultation permettant une utilisation simple, rapide et encadrée tout en laissant une certaine liberté d'utilisation ?

2.2.Méthodologie adoptée et outils utilisés

a) Méthodologie adoptée

J'ai suivi un modèle de développement itératif (voir Figure6).

Dans un premier temps, j'ai réalisé une analyse des besoins à partir du rapport d'Agnès Blanc et des comptes-rendu de réunion du FIL MED. A partir de cela, j'ai créé un diagramme de cas d'utilisation et un diagramme de classes que j'ai soumis à mes tuteurs. Après leur validation, j'ai créé un questionnaire avec une maquette d'interface de saisie et des propositions de graphes (voir questionnaire en Annexe4 et réponse en Annexe5). Durant la même période, j'ai créé la base de données et y ai inséré les données récoltées par Agnès Blanc.

Ensuite, j'ai réalisé une à une chacune des fonctions du site en local et en ligne.

b) Langages utilisés

Le choix des langages a été imposé par l'hébergeur du Pôle lagunes, que la tour du Valat souhaite conserver. Les langages utilisés sont :

• **HTML** (Hypertext Markup Language) : c'est un format de données conçu pour représenter les pages web. Il permet d'implanter de l'hypertexte dans le contenu des pages et repose sur un langage de balisage figé. Il permet de mettre en forme le contenu des pages et d'inclure des contenus variés (image, formulaire,...)

• **PHP** (Hypertext Preprocessor) : c'est un langage de script interprété et libre de droit souvent utilisé en association avec HTML pour produire des pages web dynamiques. Il n'y a pas besoin de compilation mais nécessite l'installation d'un interpréteur.

• **Javascript** : c'est un langage de programmation de scripts principalement utilisé pour l'interactivité des pages web côté client.

• **CSS** (Cascading Style Sheets) sert à décrire la représentation des documents HTML et XML. Il est couramment utilisé dans la conception de site web.

J'avais besoin d'une bibliothèque pour créer des graphiques. Celle-ci devait être libre, en php, ne pas générer du flash, pouvoir créer des graphes multi-paramétres et ajouter des commentaires sur le graphe. Un plus était de pouvoir afficher les graphiques sur une carte. J'ai donc choisi la bibliothèque Artichow[6] (voir Annexe 6).

6 http://www.artichow.org/

c) Outils utilisés

Le développement a été réalisé à l'aide des logiciels libres suivants.

• FreeMind est un logiciel libre qui permet de créer des cartes heuristiques (ou Mind Map), diagrammes représentant les connexions sémantiques entre différentes idées. Il est écrit en langage Java et est disponible sous licence GNU GPL. FreeMind peut aider à l'organisation d'idées ou à la gestion de projets. Ces principales fonctionnalités sont l'import d'une arborescence de répertoire, les icônes dans les cellules, les connexions graphiques des cellules, la recherche dans les branches, les hyperliens vers le web ou des fichiers. Il m'a servi à mettre mes idées en place au début du projet, puis à suivre l'avancement du projet en cochant les idées effectuées et/ou ajoutant des branches.

• **GanttProject** est un outil de gestion de projet libre, permettant de réaliser des diagrammes de GANTT afin de planifier un projet et d'en gérer les ressources. GanttProject est un outil complet proposant des fonctionnalités d'import/export vers Microsoft Project, ainsi que des fonctions d'exportation au format PDF ou HTML.

• **ArgoUML** est un logiciel de création de diagrammes UML sous licence libre et programmé en Java (et donc multi-systèmes). Il permet la création de 7 des 9 types de diagrammes UML de manière simple et graphique, l'exportation de ces diagrammes dans de nombreux formats (PS, SVG, ...), la génération de classes Java (et même C/C++ et PHP avec des plugins) des objets décrits avec ArgoUML : cas d'utilisation, classes, séquence, état, collaboration, activité et déploiement.

• **Mozilla Firefox** est un navigateur web gratuit, développé et distribué par la Mozilla Foundation aidée de centaines de bénévoles. Firefox est à l'origine un programme dérivé du logiciel Mozilla (aujourd'hui connu sous le nom de SeaMonkey), mais reprenant uniquement les fonctions de navigation de ce dernier. Ce logiciel multiforme est compatible avec diverses versions de Windows, Linux et MacOS X.

J'ai ajouté le plugin **Firebug**, débugger évolué qui permet de contrôler les codes JavaScript, CSS et HTML.

• **EasyPHP 2.0.0.0** est une plateforme de développement Web, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. EasyPHP n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web **Apache** et un serveur de bases de données **MySQL**), un interpréteur de script (PHP 5.2.0), ainsi qu'une administration SQL **phpMyAdmin**. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer les alias (dossiers virtuels disponibles sous Apache), et le démarrage/arrêt des serveurs. Il permet donc d'installer en une seule fois tout le nécessaire au développement local du PHP.

Cette plateforme m'a servi au développement local, ces fonctionnalités répondant aux contraintes de l'hébergeur en terme de langage et de SGBD. La contrainte de MySQL n'est pas gênante car je devais utiliser un SGBD libre et n'avait pas de données spatiales complexes.

• **NetBeans** est un environnement de développement intégré (IDE), placé en open source par Sun en juin 2000 qui permet de supporter différents langages, comme PHP et HTML. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langages, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web). Conçu en Java, NetBeans est disponible sous Windows, Linux, MacOS X ou sous une version indépendante des systèmes d'exploitation (requérant une machine virtuelle Java).

Le développement du site web s'est réalisé dans cet environnement.

• **Notepad++** est un éditeur de texte sous licence GPL, qui intègre la coloration syntaxique de code source.

Les scripts de création de la base de données ont été généré sur Notepad++.

• **Piwik** est un logiciel libre de statistiques collectant les données dans une base MySQL dédiée. Il permet d'avoir des statistiques comme le référent de vos visiteurs (lien par lequel le visiteur a accédé à la page), vos pages les plus lues, le pays de vos visiteurs ou encore le temps de visite en passant par la liste des navigateurs utilisés, tout ceci via des graphiques dynamiques et très agréables à lire.

3. SYNTHESE DE LA SOLUTION APPORTEE

Pour répondre à la problématique, une base de données et un site web ont été développés. La base de données contient les mêmes attributs que ceux présentés dans les fichiers Excel (définis l'année dernière par Agnès Blanc après discussion avec coordinateurs, référents technique et gestionnaires) plus de nouveaux qui, après utilisation, ont été jugés manquants : la météo et les interprétations RSL. Le diagramme de classe (voir Diagramme2) décrit le modèle des données. Le site possède les fonctionnalités décrites dans le diagramme de cas d'utilisation (voir Diagramme3) sachant qu'un compte est créé pour chaque gestionnaire du réseau ainsi qu'un pour les administrateurs du site c'est-à-dire les coordinateurs du Pôle lagunes.

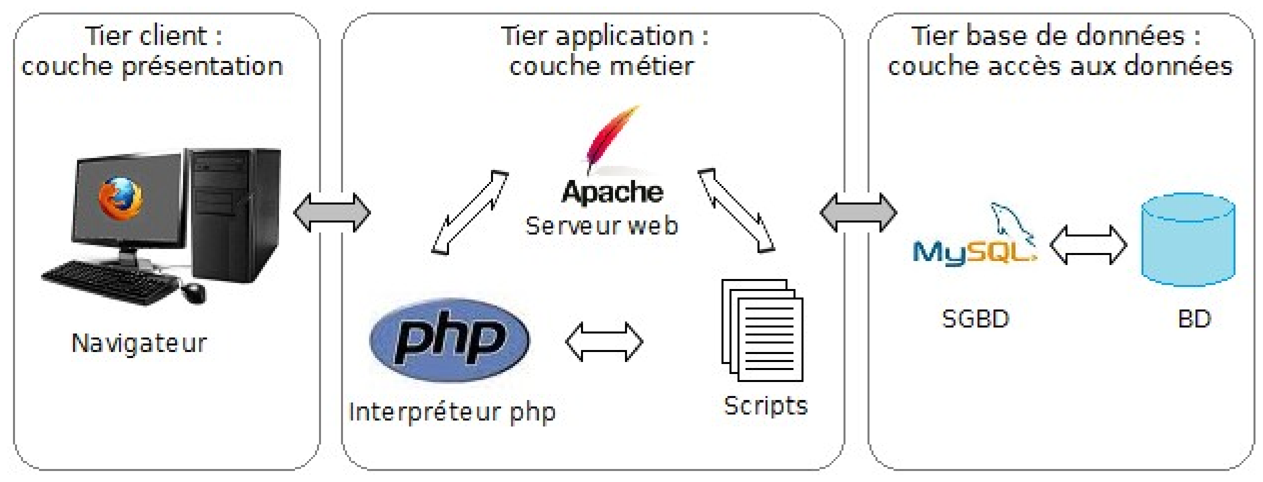


Figure 7 : Architecture 3-tier.

Diagramme 2 : Diagramme de classes

3.1. Architecture

L'architecture de mon projet suit une architecture 3-tier (voir Figure7) avec une couche présentation, avec des feuilles de style et des parties communes des pages (en-tête, menu, pied-de-page), une métier avec des traitements de données et une d'accès aux données avec des classes représentant les tables et des fonctions de sélection, insertion et modification de données.

Le développement s'est fait avec une architecture WAMP (Windows Apache MySQL php).

3.2. Modélisation

a) Diagramme de classes

Un organisme gestionnaire, identifié par son nom, gère une ou plusieurs lagune(s), identifiées par leur nom, qui peuvent faire partie d'un complexe lagunaire identifié par son nom (regroupement de plusieurs lagunes). Une lagune peut être gérée par un ou plusieurs gestionnaire(s). Une lagune contient une ou plusieurs stations, chacune étant identifiée par un identifiant composé du nom de la structure gestionnaire et d'un numéro et gérée par un référent de suivi, identifié par ses nom et prénom, appartenant un organisme de gestion.

Un relevé de suivi mensuel (avec une fréquence plus ou moins respectée) est constitué de mesures physicochimiques réalisées sur une station, identifiées par station, date de relevé et numéro de relevé par mois, et de mesures météorologiques effectuées sur une lagune, identifiées par lagune, gestionnaire et date.

L'export RSL comprend un tableau et un graphe de la salinité, de la température et de la saturation en oxygène pour chaque station suivi par le RSL de septembre à septembre ainsi qu'une interprétation au niveau lagunaire des variations de ces paramètres stockée dans une classe interprétation, identifiée par lagune, gestionnaire et date.

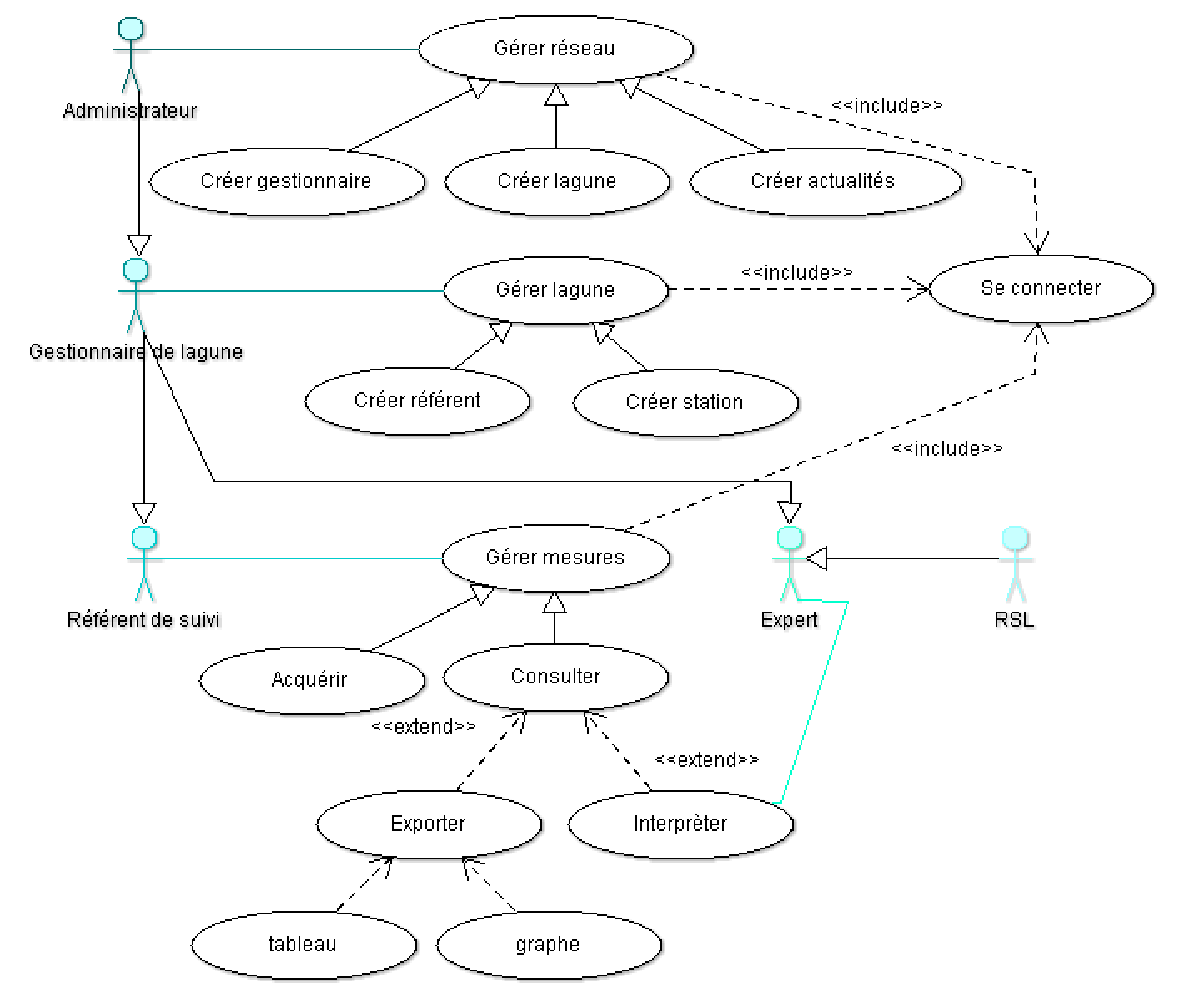


Diagramme 3 : Diagramme de cas d'utilisation.

b) Diagramme de cas d'utilisation

Ce diagramme présente les interactions entre les différents utilisateurs et l'application:

- un administrateur qui peut créer ou modifier un compte pour un organisme gestionnaire de lagune, créer ou modifier une lagune ainsi qu'associer un organisme et une lagune.
- un gestionnaire de lagune qui peut créer ou modifier un référent de suivi et une station
- un référent de suivi qui peut créer, modifier et consulter des mesures physico-chimiques liées à une station ou météorologiques liés à une lagune.
- un expert qui interprète ces données.

Le gestionnaire possède les rôles de référent et d'expert et l'administrateur possède le rôle de gestionnaire.

- l'utilisateur RSL est une spécialisation du rôle d'expert. Il peut consulter certaines données des lagunes du Languedoc-Roussillon.

Une explication d'un cas d'utilisation est :

Nom : Créer un gestionnaire.

Objectif : Créer un compte à un gestionnaire pour qu'il puisse se connecter au site c'est-à-dire remplir au moins les champs organisme et mot de passe.

Acteurs principaux : Administrateur.

Acteurs secondaires : Gestionnaires.

Les préconditions : l'administrateur doit être connecté.

Des scénarii :

L'administrateur clique sur l'onglet Créer un gestionnaire.

Le système redirige l'administrateur vers le formulaire de création.

L'administrateur remplie le formulaire et le valide.

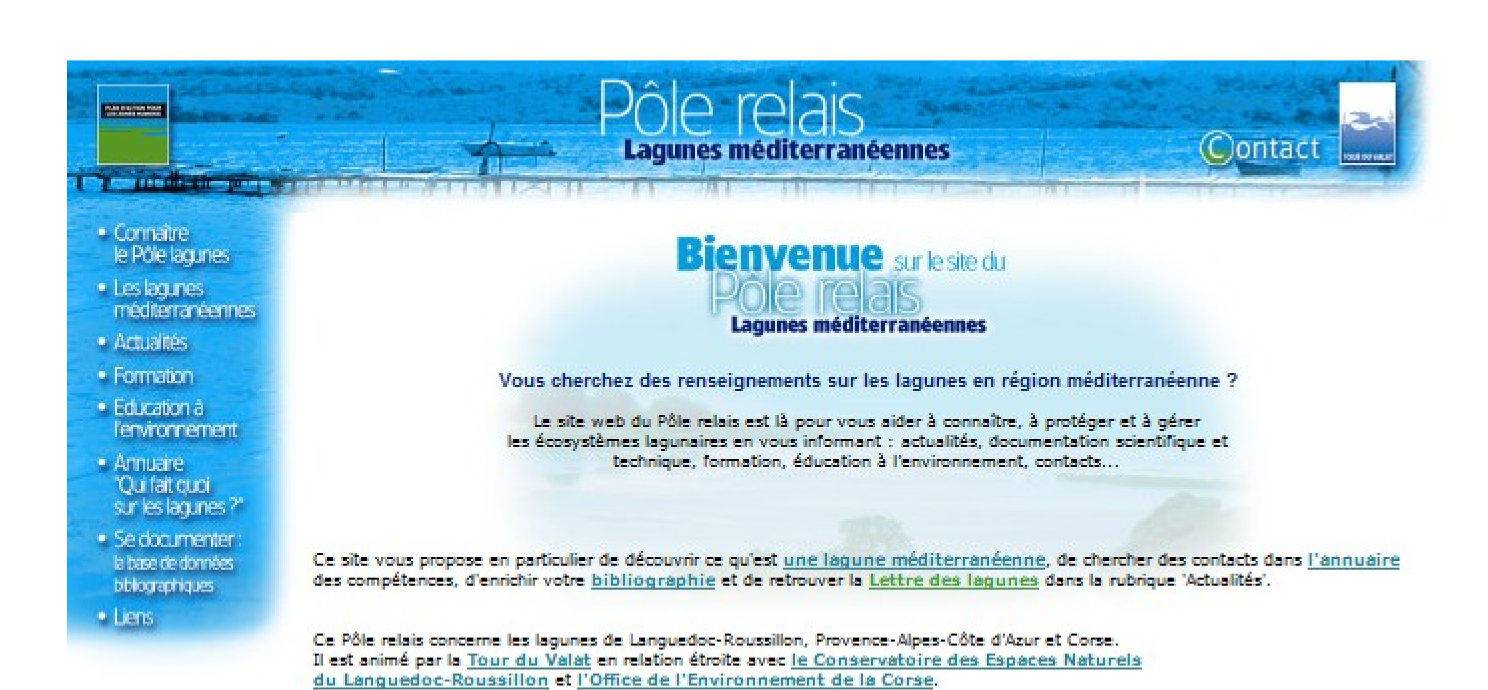
Le système vérifie que les informations saisies sont valides.

Si les informations sont invalides, le système affiche le formulaire avec les valeurs saisies et les erreurs.

Sinon les valeurs sont enregistrées dans la base de données.

Des postconditions : Le compte gestionnaire est maintenant créé, le gestionnaire doit connaître son mot de passe afin de se connecter.

Le compte administrateur peut, en plus des fonctions citées ci-dessus, se connecter sur n'importe quel compte gestionnaire et y effectuer n'importe quelle action.



Suivi physico-chimique du FIL MED

Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes

Tour du Valat

Pôle relais lagunes méditerranéennes

Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon

Réseau de Suivi Lagunaire Languedoc-Roussillon

Le Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes (FIL MED) a pour vocation de permettre aux structures gestionnaires qui le souhaitent, de poursuivre ou de mettre en place un suivi physico-chimique, répondant à leurs besoins propres de suivi, de connaissance et de gestion du site lagunaire, dont elles ont la responsabilité.

Ce réseau rassemble l'ensemble des structures (associations, collectivités territoriales, établissements publics) engagées dans une politique active de gestion, de valorisation et de restauration des milieux lagunaires et de leurs zones humides périphériques. Le suivi réalisé au sein du FIL MED a ainsi pour objectif général d'appuyer les gestionnaires dans la définition des mesures de gestion nécessaires à l'amélioration ou à la préservation de la qualité des lagunes.

Entrez votre identifiant :

ADENA

Entrez votre mot de passe :

••••••••

Connexion

Si vous avez oublié votre mot de passe ou si vous n'avez pas de compte,
merci d'envoyer un mail aux coordinateurs du Pôle relais lagunes méditerranéennes.

Si vous ne faites pas partie du réseau,
vous pouvez vous connecter avec le compte Invité et le mot de passe password.

Contact

optimisé pour Mozilla Firefox

Figure 8 : Comparaison sites web du Pôle-relais lagunes méditerranéennes et du FIL MED.

3.3. Développement

a) Base de données

• Création

Les scripts de création sont présentés dans l'annexe (voir Annexe7).

• Insertion

L'insertion des informations sur les gestionnaires, les référents de suivi, les lagunes et les stations s'est faite à l'aide de requête SQL d'insertion.

Pour insérer les données des relevés physico-chimiques et de la météo, j'ai commencé par récupérer tous les fichiers Excel de l'année. Tous les gestionnaires n'ont pas respecté le format réalisé l'année dernière, j'ai dû modifier les fichiers pour créer un format unique commun à la base. D'autres problèmes ont eu lieu dans cette phase :

- les stations ne possédaient pas toujours le même nom,
- les mesures n'étaient pas toujours dans les unités officielles,
- si des paramètres n'étaient pas mesurés, les colonnes étaient supprimées,
- si l'ordre des paramètres n'était pas identiques à leur habitude, les colonnes étaient inversées,
- en absence de mesure des commentaires étaient mis dans les cellules.

Ce fichier a ensuite été converti en .csv afin d'être importé dans phpMyAdmin.

b) Interface

• Design

Les couleurs du site sont conformes au site du Pôle-relais lagunes méditerranéennes car le site du FIL MED[7] doit pouvoir s'ajouter à ce site (voir Figure8). Le design est créé à partir de gabarit css réalisé par Alsacréation[8].

• Connexion

La connexion est obligatoire pour avoir accès aux diverses fonctionnalités du site, il y a deux types de connexion : Administrateur et Gestionnaire. Le formulaire est composé d'une liste d'identifiants et d'un champ html password. La vérification est effectuée par comparaison avec la base de données. Si le mot de passe est correct et l'identifiant choisi est administrateur, une redirection est effectuée.

Un compte fictif avec pour identifiant Invité est créé pour les personnes voulant tester le site.

---

7 http://www.cenlr.org/filmed/maquette/FilMed4/

8 http://www.alsacreations.org/

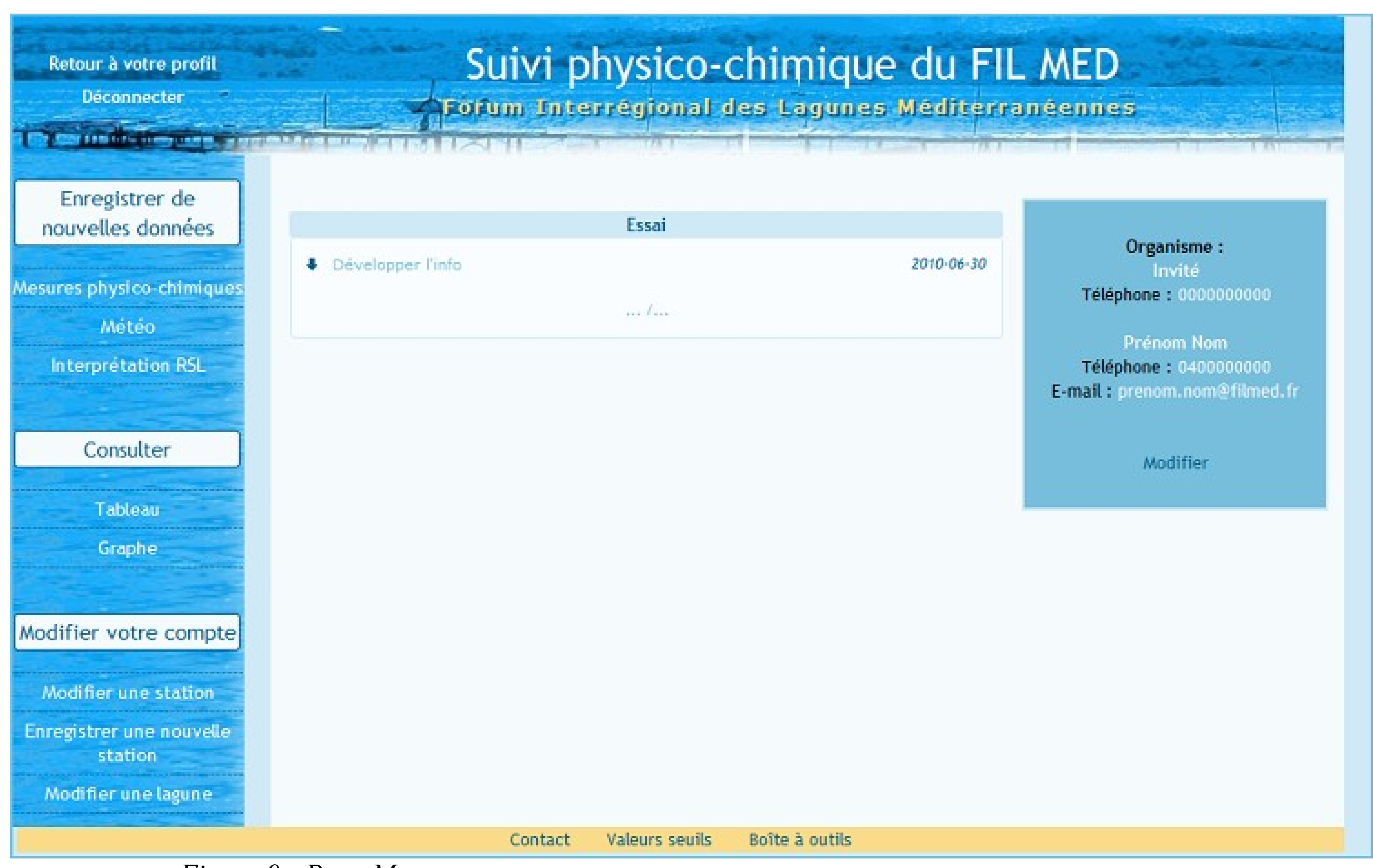


Figure 9 : Page Menu.

• Menu

Une fois connecté, on entre sur la page menu (voir Figure9) qui permet de consulter les actualités et de visualiser les informations sur son compte. Les administrateurs peuvent aussi supprimer ces actualités. Cette page comme tout le site contient des éléments de navigation décrits ci-dessous.

• Navigation

La navigation sur le site est réalisée par trois composants : l'en-tête, le menu et le pied-de-page. Ceux-ci sont créés puis ajoutés au site à l'aide d'une fonction d'inclusion.

En haut à gauche des liens permettent de retourner à la page menu ou de se déconnecter. Si un administrateur est sur une page gestionnaire, un lien « retour administrateur » est présent et permet un retour sur la page menu de l'administrateur.

Le menu présent à gauche permet aux gestionnaires de :

- Enregistrer de nouvelles données : mesures physico-chimiques, météo et interprétation annuelle de ces mesures si les lagunes suivies sont situées en Languedoc Roussillon,
- Consulter : tableau et graphe,
- Modifier votre compte : station, lagune,

et aux administrateurs de :

- Créer/Modifier des lagunes, des gestionnaires, des actualités et des boîtes à outils,
- Se connecter avec un compte gestionnaire,
- Consulter : tableau, graphe et export RSL.

En pied de page, des liens ouvrent de nouvelles fenêtres contenant des informations utiles : contacts, valeurs seuils et boîte à outils. Le lien « valeurs seuils » ouvre un tableau contenant des informations sur tous les paramètres physico-chimiques : valeurs indiquant un fonctionnement équilibré de la lagune ou valeur de toxicité. Ces valeurs sont utiles pour entrer et consulter les mesures physico-chimiques.

• Formulaire de saisie et modification (gestionnaire, référents de suivi, lagune, station, mesures physicochimiques et météorologique)

Tous ces formulaires sont construits de la même manière sous forme de tableau avec un titre (balise th). Chaque cellule contient un titre de champ et un champ de saisie. Les différents types de champs utilisés sont zone de texte, calendrier, listes simple et à choix multiples. Lors d'une modification, ces champs sont remplis avec les valeurs actuelles. Lors de la validation du formulaire, tous les champs sont vérifiés à l'aide de comparaison ou d'expression régulière.

- Les champs textes comme les noms ne doivent contenir que des lettres à l'exception des noms et numéros de station.

Ajouter | Modifier | Exporter grille | Filtrer sélection | Mémoriser sélection | Appliquer sélection

☐	Station	Date	Heure	Numéro relevé	Conductivité	Salinité	Température	pH	Potentiel redo:	Oxygène dis	Satura
☐	Villeneuve-les-Mag	20/05/2009		1	25	15	23	125	8	7	95
☐	Vic Aresquiers	20/05/2009		1	30	18	22	141	8	9	127
☐	Vic	20/05/2009		1	34	21	22	123	8	7	101
☐	Prévost/Pierre Blan	20/05/2009		1	28	17	24	113	8	7	101
☐	Peyrade	20/05/2009		1	45	29	22	162	8	6	91
☐	Pérols	20/05/2009		1	16	9	24	125	8	8	101
☐	Passe Or-Méjean 2	20/05/2009		1	14	8	24	121	8	8	107
☐	Palavas	20/05/2009		1	13	7	23	137	8	8	110
☐	Moures Pilou	20/05/2009		1	26	16	24	116	8	6	89
☐	Mouettes	20/05/2009		1	49	32	22	130	8	6	91
☐	mireval STEP MV1	20/05/2009		1	3	1	23	159	8	12	145
☐	mireval marais1 MV	20/05/2009		1	9	5	22	162	8	7	85
☐	maupas MV4	20/05/2009		1	3	2	22	139	9	8	99
☐	Ingril Nord aresquie	20/05/2009		1	32	20	23	114	7	6	84
☑	Ingril grau	20/05/2009		1	48	31	21	125	8	8	115
☑	Grec	20/05/2009		1	24	15	25	137	8	8	112
☐	Grau du Prévost	20/05/2009		1	37	23	24	98	8	11	154
☐	Frontignan	20/05/2009		1	45	29	21	176	8	7	103
☐	Délaissé dIngril D	20/05/2009		1	46	30	22	138	8	9	133
☐	Délaissé dIngril C	20/05/2009		1	47	30	21	100	8	6	83

Page 1 sur 64 | Affichage 20 lignes — Page courante 1 - 20 sur 1263

Figure 10 : Grille.


```
{"total":"466",
 "data":[
     {"id":"station82009-09-221","station":"station8","date_releve":"22\/09\/2009",
      "heure":null,"num_releve":"1","temperature":"23.1","salinite":"42.2",
      "comm_salinite":"","conductivite":"62.5","ph":"117","redox":"8.2","oxygene":"5.7",
      "saturation":"85","niveau_NGF":null,"comm_ngf":"","niveau_relatif":null,
      "niveau_0":"70","macrophyte":"","couleur":"","turbidite":"","remarques":""
     },
     {"id":"station72009-09-221","station":"station7","date_releve":"22\/09\/2009",
      "heure":null,"num_releve":"1","temperature":"20.4","salinite":"2.3",
      "comm_salinite":"","conductivite":"4.4","ph":"160","redox":"8.2","oxygene":"7.6",
      "saturation":"85","niveau_NGF":"18","comm_ngf":"","niveau_relatif":null,
      "niveau_0":null,"macrophyte":"","couleur":"","turbidite":"","remarques":""
     },
     {"id":"station62009-09-221","station":"station6","date_releve":"22\/09\/2009",
```


Figure 11 : Format JSON.

- Les nombres comme les valeurs des paramètres physico-chimiques sont contrôlés pour être avec un « . » comme séparateur unité/décimale et modifier le cas échéant la virgule en point mais il est aussi vérifié que la valeur fait bien partie d'un intervalle possible.
- Les numéros de téléphones doivent être composés uniquement de 10 chiffres.
- Les adresses mail doivent être de la forme « plusieurs fois n'importe quel caractère @ plusieurs fois n'importe quel caractère . une à cinq fois des lettres ».

En absence de valeur, la valeur « NULL » est insérée dans la base ou si il s'agit d'un champ obligatoire, une erreur est créée. Une erreur est également créée si la vérification est mauvaise. Les erreurs apparaissent à côté ou en dessous de la cellule en cause. Le champ de saisie est coloré en jaune.

Pour modifier des données, il faut choisir l'identifiant de celles-ci dans une liste sauf pour les données physico-chimiques et météorologiques où il y a trop de valeurs pour choisir parmi une liste et où j'ai choisi de développer une grille (voir Figure10).

• Grille

Cette grille présente en premier des valeurs identifiantes comme le nom de station ou de lagune, la date, l'heure et le numéro de relevé dans le mois, puis les données issues de ces relevés. Cette grille a plusieurs fonctions : consulter, ajouter, modifier et exporter pour plus de détails voir le mode d'emploi en annexe (Annexe 8).

Damien Frazzoni, stagiaire au CEN L-R, a développé un ensemble d'interfaces composé de grilles générées en javascript à partir de la bibliothèque extJS[9]. Il m'a expliqué comment fonctionnaient ces grilles et montré leur intérêt afin de travailler en ligne sur un ensemble important de données.

Les données importées dans la grille doivent être au format JSON (JavaScript Object Notation), format de données textuel qui permet de représenter de l'information structurée sous forme de paires nom/valeur (voir Figure11).

• Formulaire de consultation

Pour faire un export de tableau ou créer un graphe, le formulaire est aussi sous forme de tableau avec un titre. Dans la première cellule, une liste à choix multiple permet de choisir une ou plusieurs station(s). Dans la deuxième, on choisit les dates de début et de fin. Les autres cellules permettent de choisir les paramètres ou les graphes (voir ci-dessous) à l'aide de checkbox ou de bouton de radio selon le formulaire.

L'export de tableau se fait au format CSV (Comma-separated values) avec pour séparateur de champs un point-virgule.

9 http://www.sencha.com/products/js/

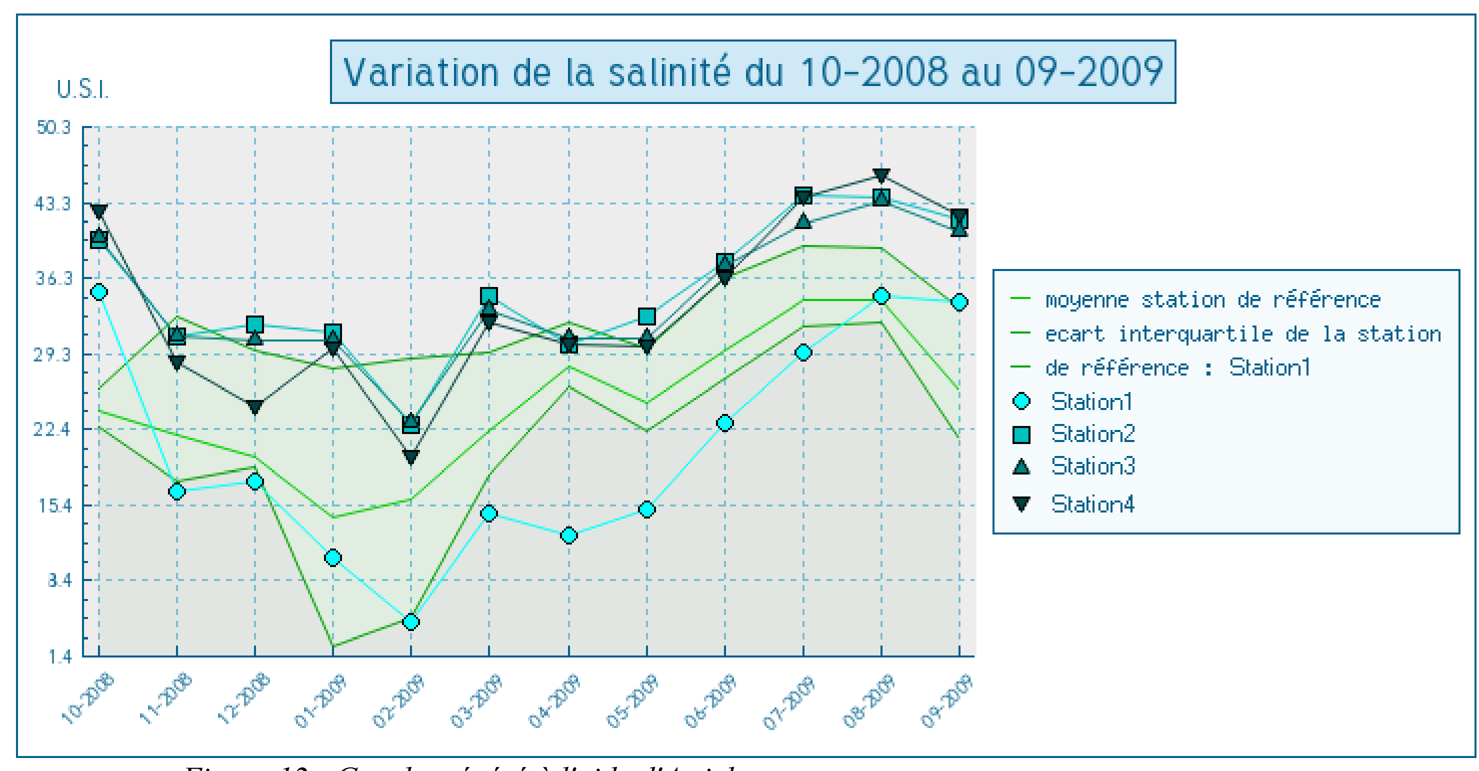


Figure 12 : Graphe généré à l'aide d'Artichow.

• Choix des graphes

La bibliothèque Artichow permet de générer des courbes avec deux axes des ordonnées maximum. On peut choisir la couleur RGB et un type de courbe : continu, tiré, pointillé, remplissage, ainsi que le type de *mark*, représentation d'un point de la courbe : cercle, carré, triangle, triangle inversé. On peut mettre plusieurs graphes sur une image. Ces fonctionnalités permettent de créer un nombre important de graphiques mais nécessitent différentes étapes.

En effet, pour créer un graphe, il faut choisir :

- la largeur et la hauteur de l'image en pixel,
- la largeur, la hauteur et la position du graphe en pourcentage de la taille de l'image,
- la position du titre et de la légende,
- la couleur et le type de la courbe ainsi que le type de mark pour pouvoir identifier la courbe.

Tous ces attributs dépendent des nombres de station, d'années et de paramètres choisis.

Ces différentes étapes font que créer un graphe prend du temps, j'ai donc dû choisir quels graphiques générés. Après lecture du rapport d'Agnès Blanc et discussion avec mes tuteurs et les gestionnaires, les types de graphes choisis sont :

- **pour un paramètre :**
  - si la durée est inférieure à 4 mois : affichage par date de relevé
  - si la durée est comprise entre 4 mois et un an :
    - par date
    - par mois, on peut alors ajouter la moyenne et l'écart inter-quartile des données des années précédentes de la station de référence si plusieurs stations ou de la station sinon (voir Figure12)
  - si la durée est supérieure à un an, un graphe est généré pour chaque année. Ils apparaissent les uns sous les autres
- **multi-paramètre :**
  - niveau d'eau, salinité et météo pour mettre en évidence les liens entre le niveau de l'eau et la salinité.
  - oxygène dissous, température, pH et potentiel d'oxydoréduction pour identifier les crises dystrophiques : les blooms phytoplanctoniques lorsque le pH augmente et l'O2 augmente également, et les blooms bactériens lorsque le pH est bas et que la situation est anoxique.
  - oxygène, température et salinité pour le RSL

Ces graphes sont soumis aux mêmes contraintes en ce qui concerne les durées.

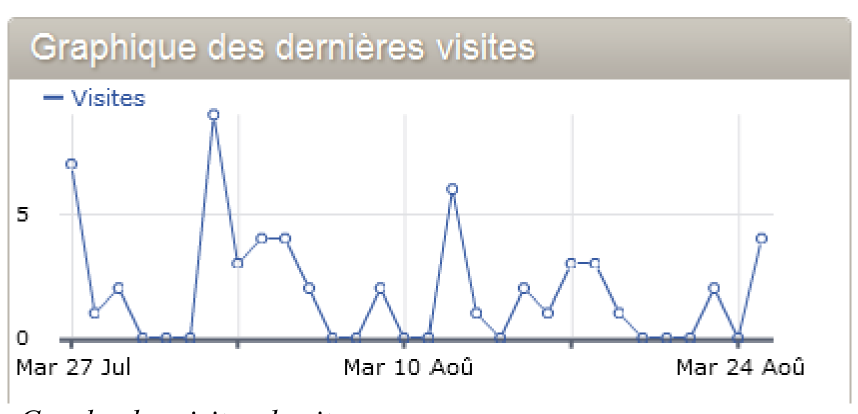


Figure 13 : Courbe des visites du site.

- **sur plusieurs paramètres :** il y a autant de graphes que de paramètres choisis. Plus la durée est longue, plus le graphe est long. Si la durée est inférieure ou égale à 1 an, on peut afficher la moyenne et l'écart inter-quartile.

Pour tous ces graphes, les stations sont différenciées par la couleur de la courbe et le type de mark. La couleur va du bleu clair au rouge. Les mark effectuent un roulement. Par défauts, les valeurs seuils sont affichées avec des couleurs jaune-orangé et sans mark. Si la moyenne ou l'écart inter-quartile est affiché, la courbe est verte et ne possède pas de mark. Si il y a plusieurs graphes dans une image, il y a un titre général puis un titre pour chaque graphique.

Pour les graphes multi-paramètres, les différents paramètres sont identifiés par les différents types de courbes. Le choix de graphes multi-paramètres est limité pour plusieurs raisons :

- la façon de représenter les paramètres est limitée,
- il n'y a que deux axes des ordonnées au maximum ce qui peut poser un problème d'échelle,
- il faudrait prévoir toutes les combinaisons possibles pour l'affichage des unités et de la légende.

4. CONCLUSION

4.1. Résultats obtenus

Les objectifs initiaux (faciliter la collecte des données collectées par les gestionnaires, leur consolidation à l'échelle régionale et leur exploitation ainsi que favoriser leur diffusion), ont été atteints à travers la saisie en ligne, les graphes et l'export RSL.

Ces objectifs nécessitaient aussi de créer d'une interface d'administration permettant d'ajouter des lagunes et des gestionnaires ou de changer le gestionnaire d'une lagune.

Une phase de test a commencé dès la fin du mois de juillet, les gestionnaires ont pu commencer à utiliser le site (voir Figure13). Une dizaine de relevés a été saisie et quelques modifications d'informations sur les stations et sur les référents de suivi ont été effectuées. Très peu de remarques me sont revenues sur l'utilisation du site.

4.2. Difficultés rencontrées

Les principales difficultés rencontrées sont liés aux contraintes de l'hébergeur : SGBD et surtout langage car je ne connaissais pas le langage php. Ces contraintes ont été connues seulement lors de la mise en ligne de la maquette qui a été développée en java selon la spécification J2EE.

L'autre étape difficile a été l'insertion des données physico-chimiques dans la base à cause du format hétéroclite des données.

Une difficulté supplémentaire vient du fait qu'il n'y ait pas de contraintes de clé étrangère sur la version de MySQL du serveur. J'ai donc du cadrer certaines modifications, pour qu'elles se réalisent sur les tables utilisant des attributs de la table modifié,e ainsi que toutes les insertions en utilisant des listes de choix. Par exemple, si une structure gestionnaire change de nom, il est nécessaire que ce nom change aussi dans la relation « gere » et dans le champ « organisme » du référent de suivi.

Une petite difficulté a été d'avoir des réponses des gestionnaires. Ayant de nombreuses activités, ils n'étaient pas tous disponibles.

4.3. Apports

a) Pour le réseau

L'apport au FIL MED est bien sûr la base de données et le site web qui devrait permettre un gain de temps pour les gestionnaires et les coordinateurs ainsi qu'une simplification de la communication dans le réseau et vers l'extérieur : export de données pour des chercheurs.

b) Apport personnel

Ce stage m'a beaucoup appris sur les plans humains et techniques. J'ai mené mon projet du début à la fin ce qui m'a permis de voir les difficultés de chaque étape.

Les différents contacts avec les gestionnaires et mes tuteurs m'ont appris à mener une réunion et la difficulté d'obtenir des informations par mails.

Sur le plan technique, j'ai beaucoup appris car je n'avais jamais mené de projet en php et ne connaissait pas son environnement de travail. Je n'avais jamais mené un projet web jusqu'à la mise en ligne.

4.4. Perspectives

Si le site est fonctionnel, des améliorations peuvent être ajoutées :

• import automatique de sondes : quelques gestionnaires possèdent des sondes qui mesurent tous les paramètres physico-chimiques et permettent de récupérer ces données sur ordinateur. Il serait intéressant de pouvoir faire un import direct de ce fichier.

• export d'un bulletin mensuel pour chaque gestionnaire. Ce bulletin comprendrait une en-tête avec le logo de la structure gestionnaire, un graphe et un texte.

• cartographies à plusieurs niveaux : un premier niveau à l'échelle méditerranéenne avec un graphe récapitulatif par lagune et des informations sur les gestionnaires de cette lagune et un second niveau à l'échelle lagunaire avec des graphes pour chaque station.

• une amélioration des graphes serait de pouvoir afficher les relevés météorologiques d'une date en survolant le graphe.

• une autre serait de construire n'importe quel graphe multi-paramètre. Seuls 3 graphes ont été développés, on pourrait imaginer que les gestionnaires puissent créer n'importe quel mélange de paramètres

• indépendance du navigateur : le site est optimisé pour Mozilla Firefox et contient de nombreux problèmes d'affichage sur d'autres navigateurs.

Annexe 1 : Références

Pour le contexte,

- Agnès Blanc, Compilation et interprétation des suivis physico-chimiques des lagunes méditerranéennes, AgroParisTech, 2009, 33p. Disponible sur http://www.pole-lagunes.org/web/display.php?id_rubrique=3&id_page=71
- eau france, Site des milieux humides. Disponible sur http://drupalzh.oieau.fr/

Pour le développement :

- Christopher Schmitt, CSS en action. O'REILLY, France, 2005. 272p, ISBN 2-84177-365-5
- David Sklar & Adam Trachtenberg, PHP en action. O'REILLY, France, Samuel Cuneo, 2003. 612p, ISBN 2-84177-231-4.
- phpSources, Dépôt de ressources PHP avec tutoriel pour débutant, forums et articles accompagnés de documentations spécialisés pour faire un site Internet. Disponible sur http://www.phpsources.org/ .
- Espace Javascript, propose la visualisation et l'explication de codes JavaScript. Disponible sur http://www.espacejavascript.com/ .

Annexe 2 : Lettre de mission

Objectifs

- Faciliter la collecte des données collectées par les gestionnaires
- Faciliter leur consolidation à l'échelle régionale
- Faciliter leur exploitation
- Favoriser leur diffusion (notamment vers l'IFREMER dans la cadre du RSL)

Déroulement

Sous la responsabilité du coordinateur du pôle-relais lagunes et du responsable du SI du CEN L-R, le stagiaire aura en charge l'ensemble du projet :

- Analyse des besoins du pôle et des membres du réseau
- Modélisation de la base de données (UML / Merise)
- Proposition technique
- Développement des interface de collecte et de restitution des données
- Développement des fonctions d'import/export de tableurs
- Restitution graphiques et cartographiques des paramètres mesurés et de leur évolution
- Export d'indicateurs synthétiques

Conditions de travail

- poste de travail fourni (OS windows ou linux)
- **Environnement logiciel libre**

Annexe 3 : Compte-rendu de réunion du 02 mars 2010

Conclusion sur le suivi 2009 et l'utilisation des tableaux croisés dynamiques :

1. Ces tableaux croisés dynamiques ont induit quelques difficultés d'utilisation : introduction de nouvelles lignes de données pas toujours prises en compte dans les graphiques, visualisation des graphiques pas toujours homogènes suivant la version d'Excel utilisée). Il est important de gagner du temps pour entrer les données, ce qui nécessite d'apporter des améliorations à ce système. La future base qui sera mise en place par Delphine Cauquil, stagiaire du FIL MED au CEN L-R, doit permettre immédiatement de mutualiser les données et de faciliter leur introduction dans des tableaux.
2. L'interprétation des données n'est pas aisée et les difficultés rencontrées sont fonction de paramètres tels que le Redox, le pH qui sont à prendre en considération dans leur ensemble pour une interprétation plus juste. Il en ressort un besoin d'être formés pour avoir des acquis suffisants sur l'interprétation des données (formation sur le sujet prévue le 22 mars 2010).
3. Il est important de prévoir dans la prochaine base de données, que des **niveaux d'alerte** soient précisés automatiquement suivant les paramètres suivis. Ces niveaux pourrait être représentés graphiquement et apparaître au fur et à mesure du remplissage de la base. De la même manière, il est important **d'intégrer des données météorologiques** pour faire le lien avec l'évolution des différents paramètres.
4. Les référents techniques devront avoir un œil sur la vérification des données entrées dans la base et leur interprétation concernant leur région respective.
5. La Pôle relais lagunes doit réfléchir à l'interface web de cette future base de données qui sera présentée sur son site et qui sera en lien avec la rubrique «Connaître les lagunes méditerranéennes ». Les gestionnaires pourront quant à eux faire un lien direct de cette base sur leur site web. *Remarque : Delphine Cauquil vous transmettra une enquête pour recueillir les avis des gestionnaires du FIL MED sur le format que pourrait avoir cette interface de bases de données avec ses spécificités.*
6. Certains gestionnaires valorisent déjà leurs données et leur interprétation du suivi (SYMBO, PNR de la Narbonnaise, SMBVA). Ludovic Cases signale qu'il valorise également ses résultats auprès des enseignants qui sont demandeurs d'information sur l'évolution de la qualité de la lagune.

Annexe 4 : Questionnaire

Avril 2010

ENQUETE

Valorisation des données des lagunes LR et PACA

Nom de la lagune :

Organisme de gestion :

Référent de suivi :

Les données en entrée :

- réalisez-vous d'autres mesures/observations que les sept paramètres physico-chimiques relevés pour le suivi FIL MED?

Si oui, lesquelles (oui/non)?

- Turbidité
- couleur
- présence/absence de macrophyte
- météo
  - précipitation — si oui, qualitatif ou quantitatif
  - vent — si oui, qualitatif ou quantitatif
- autres :

- les données du FIL MED sont maintenant stockées dans une base de données. Une maquette de l'interface de saisie en ligne des paramètres physico-chimiques a été réalisée. Le design est, pour l'instant, minimaliste.

Certaines fonctionnalités n'ont pas encore été développées comme l'apparition d'un calendrier, le choix de l'heure, le contrôle des valeurs saisies,... Les valeurs des paramètres mesurés devront être un nombre mais une liste de choix vous sera aussi proposée pour les niveaux d'eau (à sec, ...) et un champ remarque est déjà présent.

Un onglet météo va être ajouté pour que puissent être précisés certains évènements météorologiques sur les graphiques. De même, un onglet gestion hydraulique (ouverture de vannes,...) sera développé.

Dans le formulaire de saisie, de nombreux champs sont présents mais seuls le choix d'une station, la date et le numéro de relevé sont obligatoires pour saisir un nouveau relevé.

Je souhaiterais avoir votre avis sur cette maquette que vous trouverez à l'adresse suivante http://www.cenlr.org/filmed/maquette/Filmed_1.html.

Vous pouvez consulter les pages web de la maquette liées à votre structure ou aux autres, il n'y a pas de mot de passe pour l'instant.

Avez-vous des remarques sur :

- les champs :

- l'aide à la saisie (liste, calendrier) :

- proposition(s) de saisie :

Les données en sortie :

L'interface peut proposer plusieurs types de restitutions de données : tableaux excel, graphes, cartographies.

Voir quelques exemples de cartographie sur:

- http://cartes.georezo.net/ . *Temps de chargement très long par moment, réactualiser le lien si besoin.* Cette interface permet de visualiser des données brutes dans les onglets de la page de droite.

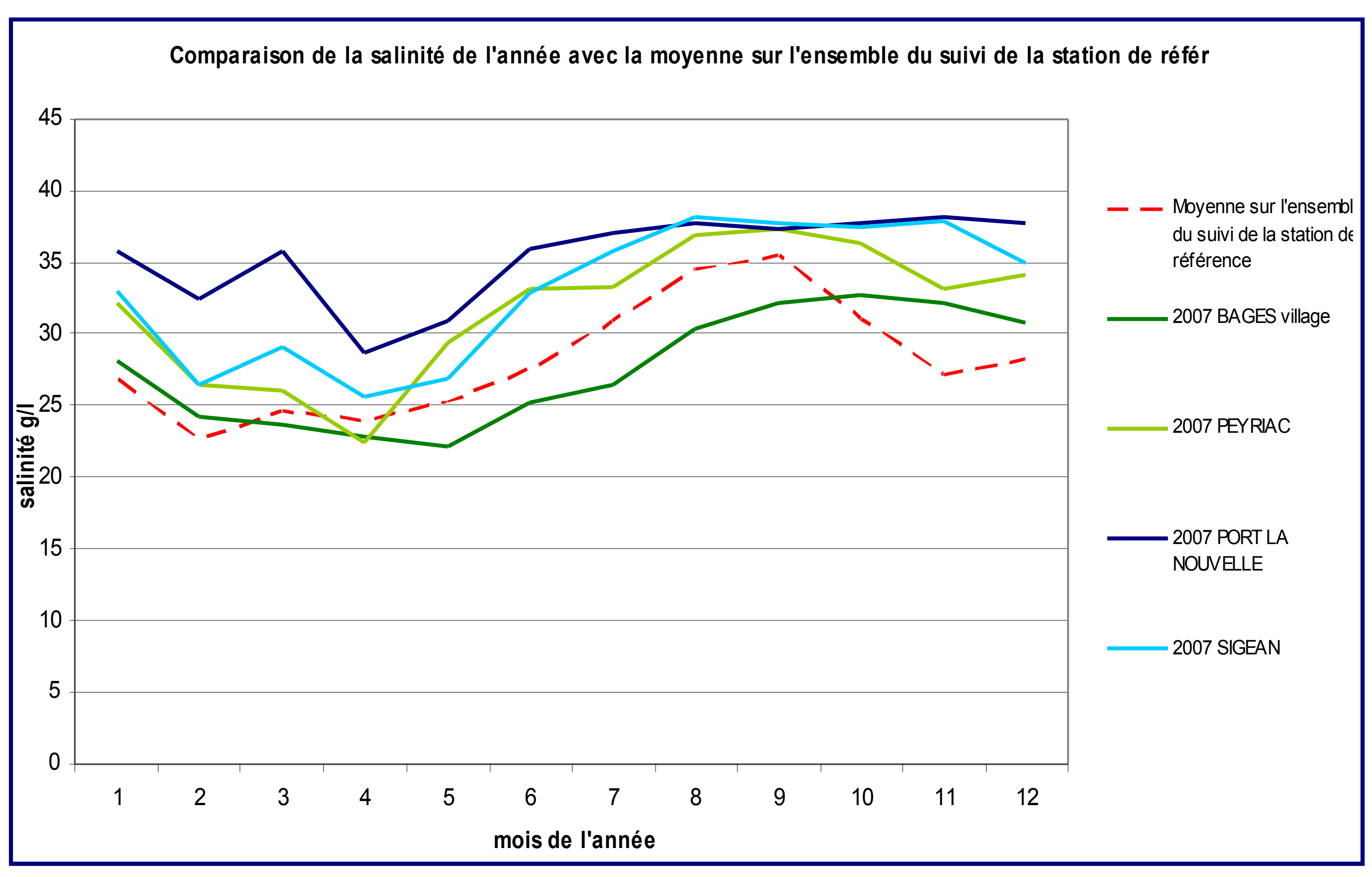
- http://geotribu.net/node/50 . Cliquer sur une carte pour voir toutes ses fonctionnalités.

Seule la restitution sous forme de tableaux excel et de graphes sera développée avec certitude et on peut envisager différentes formes de graphes pour un paramètre (voir ci-dessous).

- Pouvez-vous classer ces graphiques ci-dessous dans votre ordre de préférence ?

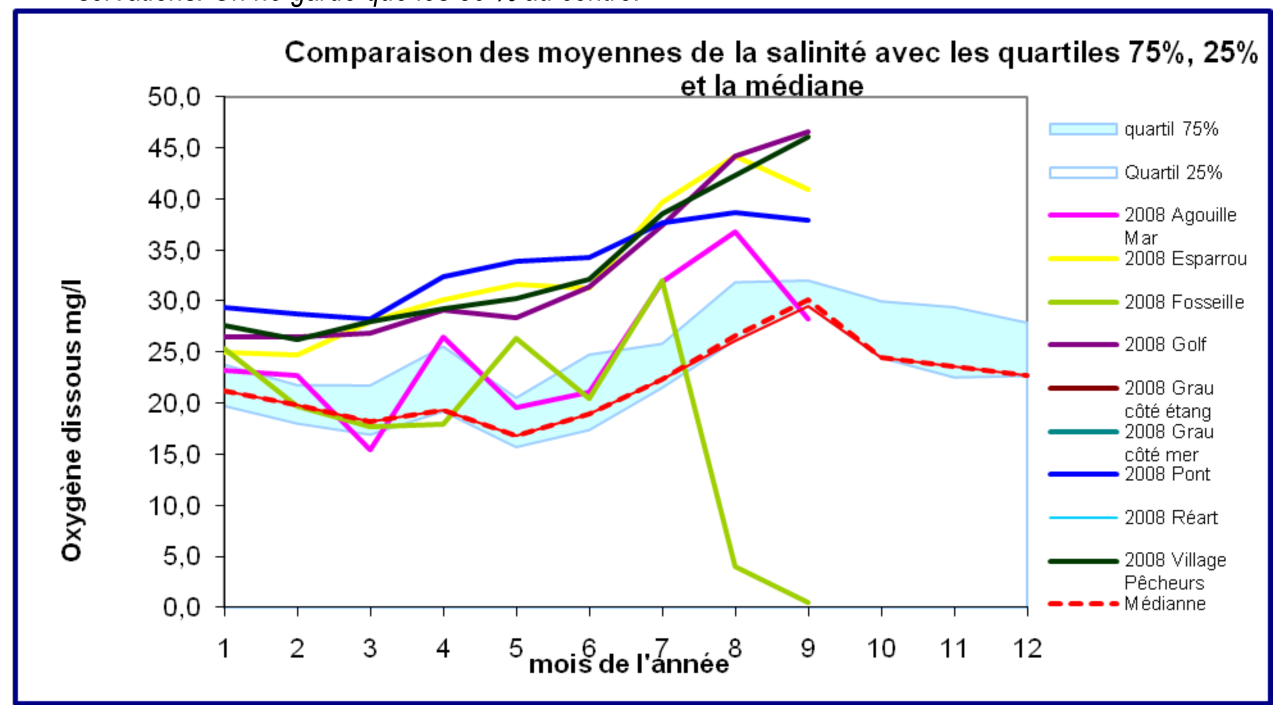
Si plusieurs stations sont demandées à l'affichage, les statistiques seront réalisées au choix sur la station de référence ou sur l'ensemble des stations. Vous pourrez aussi choisir la période d'affichage.

1 - Comparaison des données de l'année en cours avec la moyenne des années précédentes



2 - Comparaison des données de l'année en cours avec la médiane et l'intervalle interquartile des années précédentes.

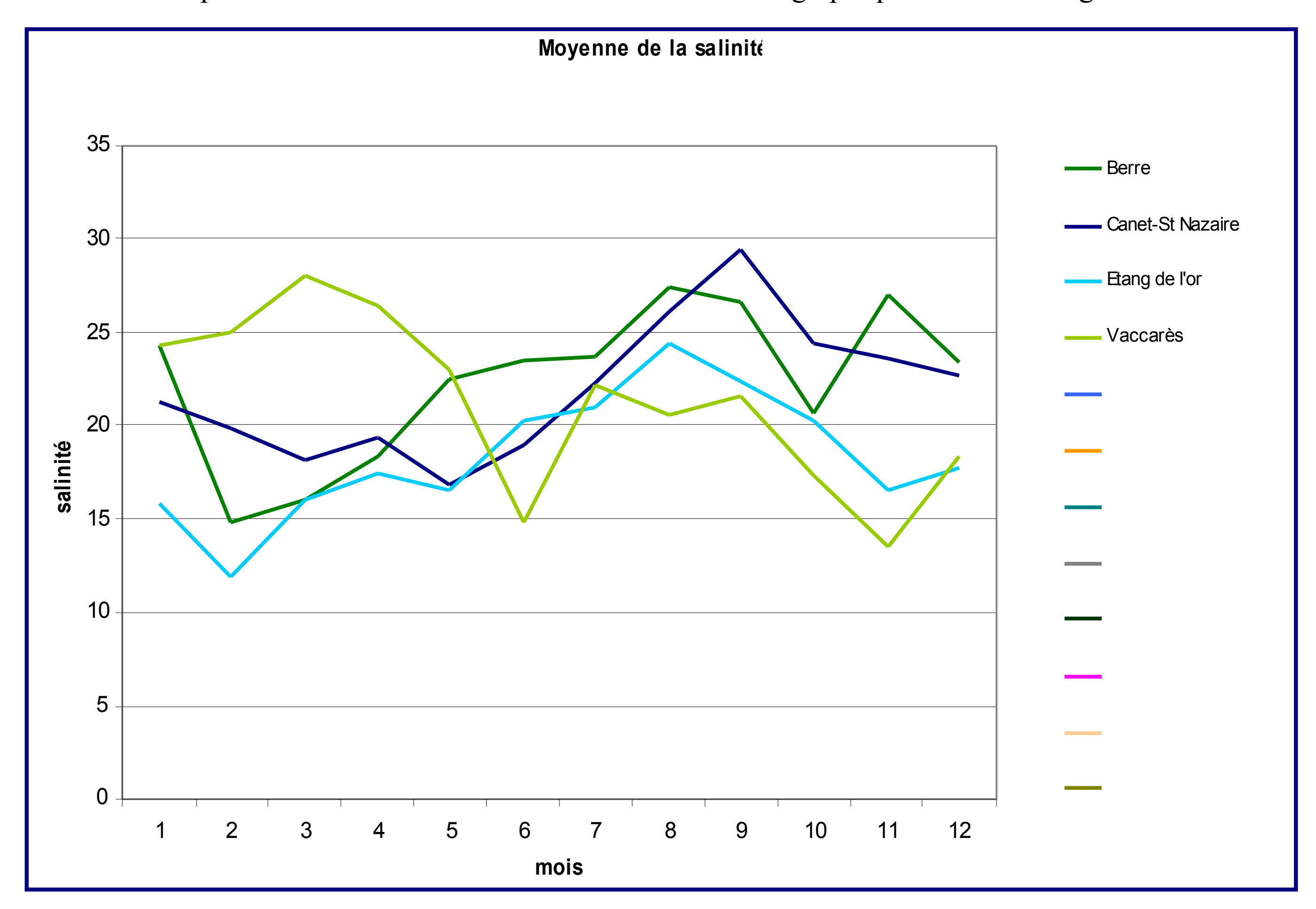
*L'**intervalle interquartile** est la différence entre le premier et le troisième quartile. Les quartiles divisent les données en 4 groupes contenant exactement le même nombre d'observations. L'intervalle interquartile élimine le premier 25 % et le dernier 25 %, soit la tête et la queue, des observations. On ne garde que les 50 % au centre.*



L'aire en bleu correspond à l'intervalle inter-quartile. La médiane est le 2ème quartile, sa valeur correspond à la valeur centrale de l'ensemble des données du graphique.

3 - Comparaison des données de l'année en cours avec d'autres lagunes

Vous pourrez aussi consulter les données brutes ou les graphiques des autres lagunes.



Ces graphes ont été réalisés l'an passé par Agnès BLANC, y seront ajoutées des valeurs seuils qui permettront d'alerter la personne en charge du suivi d'un éventuel dépassement des « valeurs dites normales » mesurées en lagunes.

Deux graphes de comparaison des paramètres seront développés :

1 - l'un comparant le niveau d'eau et la salinité :

Apparaîtront sur ce graphique :

- des informations du « champ météo » s'il est rempli (ex *informations quotidiennes sur le vent, la pluviométrie etc*),

- des informations de gestion si le champ « gestion hydraulique » est rempli (*ex ouverture de martellière/vanne sur tel ou tel arrivée d'eau*).

Comparaison du niveau d'eau et de la salinité

niveau d'eau

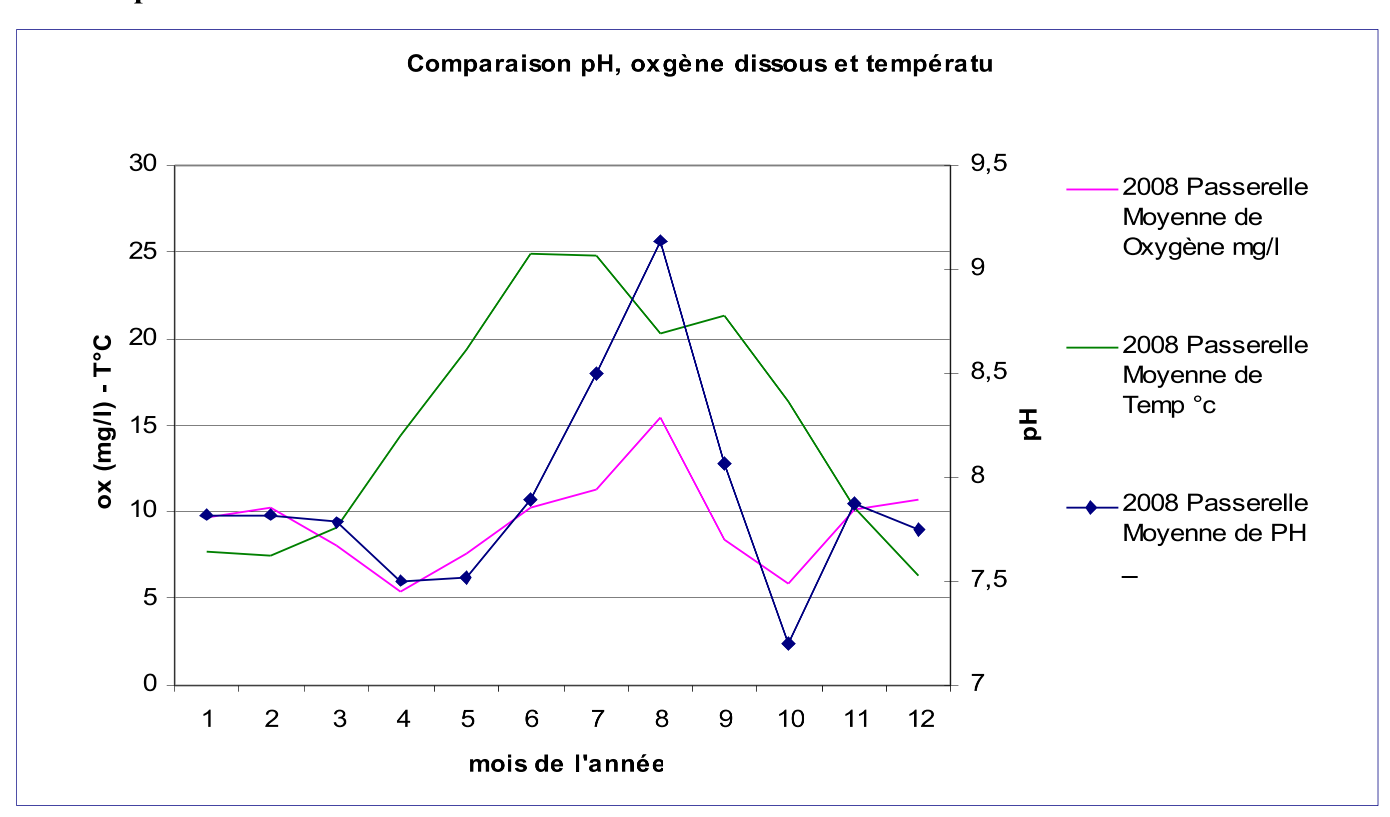
salinité

mois de l'année

2008 Vaccarès port Moyenne de Niveau m NGF

2008 Vaccarès port Moyenne de Salinité g/l

2 - l'autre comparant le taux d'oxygène dissous, la température, le pH et le potentiel redox



- Avez-vous besoin de réalisez d'autre(s) comparaison(s)?
- Si oui, lesquelles?

Annexe 5 : Tableau récapitulatif des réponses des gestionnaires

Nom de la lagune	étang de Salses-Leucate	Etangs Palavasiens (Peyrade, Mouettes, Ingril, Vic, Pierre-Blanche, Arnel, Prévost, Méjean, Grec)	Ponant/Sicarex/Médart/Marette/ CRS/ Capette/Charnier/ Scamandre/Crey	Etang de l'Or	BAGNAS	
Organisme de gestion	RIVAGE Salses-Leucate	Siel	SMCG	Syndicat Mixte du Bassin de l'Or	ADENA	SMGDP
Référent de suivi	Laurence FONBONNE	Clément Baudot	Clarisse Brochier et Pauline Constantin	Ludovic CASES	LABOULLE Anthony	Xavier Bonnet et Anaïs Cheiron
Les données en entrée						
Autres observations(oui/non)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Turbidite	non	Oui (disque de Secchi)	Oui (disque de Secch	Oui	Oui	
Couleur	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	
Macrophyte	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	
Météo	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
Precipitation	non	Oui	Oui	Oui	Oui	
qualificatif/quantificatif		Qualificatif	Qualificatif	Quantitatif	Quantitatif	
Vent	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	
qualificatif/quantificatif	Qualificatif	Quantitatif	Qualificatif		Echelle de beaufort	
Autres						
phytoplancton		+				
circulation de l'eau		+				
température de l'air		+	+			
ensoleillement		+				
couverture nuageuse		+				
Le site						
Les champs						
Ajouter les n° FiMed avant le nom		+				
format date à revoir : jj/mm/aaaa			+		+	
faire des retours ligne pour le champ Remarques			+			
Quand on consulte le tableau des données et que l'on veu déterminer des périodes, l'agenda cache l'ongle exporte				+		
L'aide à la saisie						
Gestion des « , » et des « . »		+				
prévoir masques pour saisie (chiffres et précision)			+			
Proposition de saisie						
Calcul automatique de la saturation en O2		+			+	
Les données en sortie :						
Ordre de préférence des graphiques d'un paramètre		02/01/03	2	03/01/02		
Autres comparaison		température, salinité, O2 et saturation.		salinité et pluviométrie, salinité et nombre de jours de vent du sud		
Difficulté de retourner à de consulter les autres pages ou de naviguer sur le site.				+		

Annexe 6 : Tableau de choix de bibliothèque graphique

Librairies	Type	Langage	Pls param	Ajout de commentaires	Prix (euros)	Necessite	Particularité
EasyCharts		Java	Oui		0		
JfreeChart	Image	Java	Oui	Bulle au survol	Documentation=45		
Jplot		Java					
Google Chart Tools	Image	JavaScript ou requête url	Oui	Oui			
EJSC		JavaScript	Oui	Bulle au survol	0 à 1000		
Jschart		JavaScript	Oui	Oui	149 apres 1 an		
PlotKit	Html et svg	JavaScript				MochiKit 1.3	Tout en nuance de bleu
XML/SWF Charts		JavaScript	Oui	Oui	0		
Artichow	Image	PHP	Oui	Ecrit avec transparence, légende	0	Gd	
GDGraph		PHP				Gd	
GraPHP-IC	PNG	PHP		Non	0	Gd	
JpGraph	png,gif,jpg	PHP	Oui	Oui	85	Gd	
pChart		PHP	Oui		0	Gd	
Phplot		PHP				Gd	
Zackbloom		PHP				Gd	
Maani	Flash	PHP	Oui			Flash Player10	3d
AmCharts	Flash	PHP, Java, Perl	Oui	Cliquable avec affichage en haut du graphe ou bulle	Logo ou 85/site	Flash Player8	AmMap
ChartDirector	PNG, JPEG, BMP, GIF	PHP, Java, Perl, Python	Oui	Cliquable avec ouverture fenêtre ou tableau en dessous	Logo ou 99		3d
AjaxMGraph	crée seulement histogramme						
Graphviz	crée seulement réseau						

Annexe 7 : Script de création de la base de données

```
DROP TABLE `interpretation`;
DROP TABLE `meteo`;
DROP TABLE `mesures`;
DROP TABLE `station`;
DROP TABLE `gere`;
DROP TABLE `lagune`;
DROP TABLE `actualites`;
DROP TABLE `technicien`;
DROP TABLE `gestionnaire`;

CREATE TABLE `gestionnaire` (
  `organisme` varchar(50) NOT NULL,
  `password` varchar(20) NOT NULL,
  `telephone` varchar(10) ,
  `email` text,
  `localisation` varchar(30),
```

```
  `region` varchar(6) ,
  `remarques` text,
  PRIMARY KEY (`organisme`)
);
CREATE TABLE `technicien` (
  `nom` varchar(20) NOT NULL,
  `prenom` varchar(20) NOT NULL,
  `telephone` varchar(10) ,
  `email` text,
  `remarques` text,
  `organisme` varchar(50) REFERENCES gestionnaire(`organisme`)),
  PRIMARY KEY (`nom`,`prenom`)
) ;
CREATE TABLE `actualites` (
  `nom_tech` varchar(20) NOT NULL,
  `prenom_tech` varchar(20) NOT NULL,
  `date_actu` date NOT NULL,
  `titre_actu` varchar(50) NOT NULL PRIMARY KEY,
  `actualite` text NOT NULL,
  FOREIGN KEY (`nom_tech`,`prenom_tech`) REFERENCES technicien(`nom`,
`prenom`)
) ;
CREATE TABLE `lagune` (
  `nom` varchar(50)  PRIMARY KEY,
  `caracteristique` text,
  `communication_mer` text,
  `autres` text,
  `regroupement` varchar(50)
) ;
CREATE TABLE `gere` (
  `organisme` varchar(50) ,
  `nom_lagune` varchar(50) ,
  PRIMARY KEY (`organisme`,`nom_lagune`),
  FOREIGN KEY (`organisme`) REFERENCES gestionnaire(`organisme`),
  FOREIGN KEY (`nom_lagune`) REFERENCES lagune(`nom`)
) ;
CREATE TABLE `station` (
```

```
  `id` varchar(55) PRIMARY KEY,
  `nom` varchar(50) NOT NULL,
  `numero` varchar(15),
  `nom_ifremer` varchar(30),
  `numero_ifremer` varchar(5),
  `longitude` float,
  `latitude` float,
  `syst_coordonnees` varchar(20),
  `reference` boolean NOT NULL,
  `remarques` text,
  `nom_lagune` varchar(50) REFERENCES lagune(`nom`),
  `nom_technicien` varchar(20),
  `prenom_technicien` varchar(20),
  FOREIGN KEY (`nom_technicien`,`prenom_technicien`) REFERENCES
  technicien(`nom`, `prenom`)
);
CREATE TABLE `mesures` (
  `date_releve` date NOT NULL,
  `heure` varchar(10),
  `num_releve` int(11) NOT NULL,
  `remarques` text,
  `station` varchar(50) NOT NULL,
  `id_station` varchar(55),
  `conductivite` float,
  `salinite` float,
  `comm_salinite` varchar(50),
  `temperature` float,
  `ph` float,
  `redox` float,
  `oxygene` float,
  `saturation` float,
  `niveau_NGF` float,
  `comm_ngf` varchar(50),
  `niveau_relatif` float,
  `niveau_0` float,
  `turbidite` text,
  `couleur` text,
```

```
 `macrophyte` text,
 PRIMARY KEY (`date_releve`,`station`,`num_releve`),
 FOREIGN KEY (`station`, `id_station`) REFERENCES station(nom,id)
) ;
CREATE TABLE `meteo` (
 `date_debut` date NOT NULL,
 `heure` varchar(5),
 `lagune` varchar(50) REFERENCES lagune(`nom`),
 `gestionnaire` varchar(50) REFERENCES gestionnaire(`organisme`),
 `temperature` float,
 `vent_force` varchar(15),
 `vent_direction` varchar(15),
 `precipitation` float,
 `pression_atm` float,
 `couverture_nuageuse` int(5),
 `evenement_hydraulique` varchar(25),
 `cumul_precipitation` float,
 `meteo_prec` text,
 `remarques` text,
 PRIMARY KEY (`lagune`,`gestionnaire`,`date_debut`)
) ;
CREATE TABLE `interpretation`(
 annee float(4),
 `lagune` varchar(50) REFERENCES lagune(`nom`),
 `gestionnaire` varchar(50) REFERENCES gestionnaire(`organisme`),
 `temperature` text,
 `salinite` text,
 `saturation` text,
 PRIMARY KEY (`annee`, `lagune`, `gestionnaire`)
);
```

Annexe 8: Mode d'emploi pour les gestionnaires

Si vous consulter une version :

- papier, vous pouvez consulter le mode d'emploi en ligne sur http://www.cenlr.org/filmed/maquette/FilMed4/ en vous connectant avec le compte Invité;
- électronique, vous trouverez joint le fichier mode_emploi.pdf.